ANNALES DES ÉPIPHYTIES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES POPULATIONS DE LA TORDEUSE DU PÊCHER (*Grapholitha molesta* BUSCK) DANS LA RÉGION AQUITAINE

par Roger ROEHRICH

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
27 DEC 1961

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE — MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

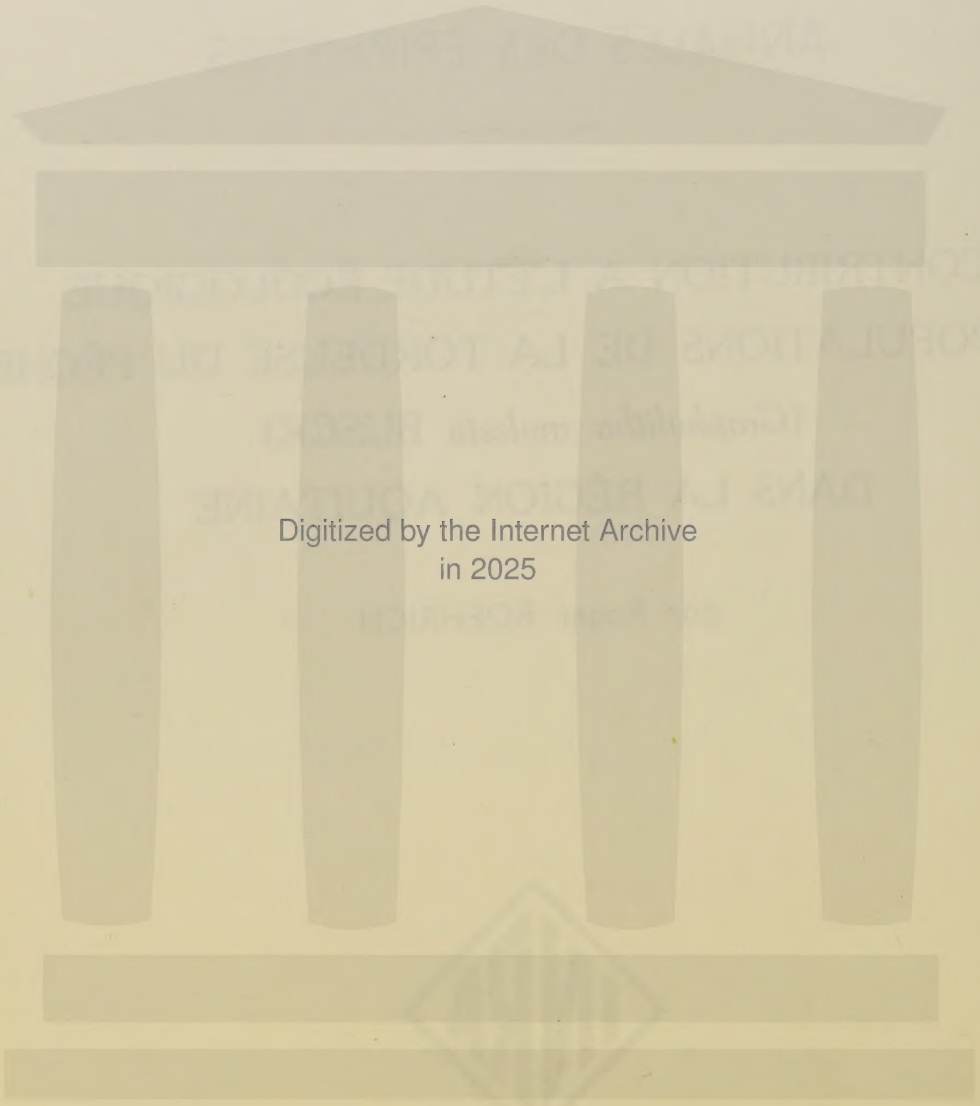
SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES POPULATIONS DE LA TORDEUSE DU PÊCHER (*Grapholitha molesta* BUSCK) DANS LA RÉGION AQUITAINE

par Roger ROEHRICH

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
PARIS



Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/annales-de-zoologie-ecologie-animale_1961_12_supplement

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES POPULATIONS DE LA TORDEUSE DU PÊCHER (*Grapholitha molesta* BUSCK) DANS LA RÉGION AQUITAINE

PLAN DU MÉMOIRE

INTRODUCTION

PREMIÈRE PARTIE : CYCLE BIOLOGIQUE EN AQUITAINE ET INFLUENCE DE DIFFÉRENTS FACTEURS.

A. — Distribution de la Tordeuse et nombre de générations.
B. — Influence de la température et de l'hydrométrie sur les stades biologiques.
I. — Durée des stades biologiques en fonction des conditions de l'ambiance.
II. — Action de la température et de l'hygrométrie sur la mortalité.
III. — L'entrée en diapause, action des facteurs abiotiques.
C. — Influence des facteurs alimentaires sur le cycle vital.
I. — Influence des facteurs alimentaires sur la durée du cycle.
II. — Influence des facteurs alimentaires sur la survie.
III. — Influence des facteurs alimentaires sur la croissance.
IV. — Influence des facteurs alimentaires sur la diapause.
D. — Rôle du parasitisme dans la limitation des populations naturelles.
I. — Le parasitisme naturel..
II. — L'emploi du *Macrocentrus ancylivorus* dans la lutte biologique.
E. — Les facteurs éthologiques : leur influence sur la multiplication de l'espèce et leur utilisation pour l'étude des populations.
I. — Le papillon.
II. — La chenille.
F. — Conclusions de la première partie.

DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES POPULATIONS NATURELLES.

A. — Méthodes d'étude des populations.
B. — Etablissement des populations printanières.
C. — Le passage sur les Pomacées.
D. — Evolution des populations dans les vergers de pêchers et essais d'explication par les facteurs d'ambiance.
E. — La population dans les pépinières.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

INTRODUCTION

Originaire d'Extrême-Orient, la Tordeuse Orientale du Pêcher (*Grapholitha molesta* Busck), s'est répandue depuis le début de ce siècle dans les principales zones de culture du Pêcher, d'abord en Australie, puis en Amérique du Nord, et de là, en Amérique du Sud et en Europe, Actuellement, elle est en France un redoutable ravageur, présent presque partout, constamment nuisible dans les régions méridionales où elle attaque de nombreuses essences fruitières, causant des dégats aussi bien aux pousses qu'aux fruits.

Autant pour vérifier dans quelle mesure les constatations effectuées dans d'autres pays étaient valables pour le nôtre, que pour préciser de nombreux points de biologie sur lesquelles nous disposions seulement d'informations très fragmentaires, une étude d'ensemble détaillée s'imposait dans notre pays.

En France, où elle est apparue en 1922, mais ne se répandit dans les régions de grandes cultures fruitières qu'après 1944, elle n'avait donné lieu qu'à peu de travaux. Après la note de Trouvelot (1922) révélant sa présence dans notre pays, ce n'est qu'en 1930 que Balachowsky rappelait sa présence et ses dégâts ; en 1932, une liste de parasites était établie par Haeussler, et un compte-rendu d'essai de lutte biologique était donné par Allen et Haeussler.

A partir de 1945, la littérature devient plus abondante. D'une part, un certain nombre de notes signalent sa propagation (1) et d'autre part, sont publiés les comptes-rendus des premiers essais de lutte insecticides effectués à la Station de Zoologie agricole par Chaboussou et Mlle Scala, et à la Protection des Végétaux de Toulouse par Besson et Gairaud.

A l'étranger, les publications furent surtout nombreuses aux U. S. A., la plupart traitant d'essais insecticides. D'autres cependant étudient le cycle vital : (Peterson et Haeussler, Garman, Stearns et Neiswander, Snapp), le piégeage (Bobb, Frost, Yetter), le parasitisme (Haeussler, Allen, Brunson, Finney et Flanders), et plus rarement certains problèmes biologiques (Dickson, Smith et Summers, Chaudhry). Ailleurs, nous citerons Helson en Australie, Malenotti, Grandi, Melis en Italie, Baggiolini en Suisse. Au cours de notre travail et au fur et à mesure des sujets abordés, nous rappellerons les conclusions de ces différents auteurs.

Nos études concernant la lutte chimique ayant déjà été publiées par ailleurs, (Roehrich 1953), il n'en sera donc pas question dans ce travail. Les travaux présentés ici ont surtout été axés sur :

1° *Les cycles évolutifs* dans nos régions et les éléments abiotiques et biotiques les conditionnant. Ici prennent place en particulier l'étude de l'action des facteurs d'ambiance sur le développement des différents stades et celle des rapports entre l'Insecte et les plantes-hôtes.

2° *Le parasitisme*, qui englobe aussi bien les ennemis naturels indigènes que les essais d'acclimatation du *Macrocentrus ancylivorus*.

(1) On en trouvera la liste dans le chapitre suivant.

3° *Les méthodes d'étude des populations* : piégeages, estimation directe par comptage des chenilles et comparaison de leurs résultats respectifs.

4° *Les populations naturelles et leurs fluctuations*, comprenant notamment l'étude des déplacements des papillons, l'évolution de la population pendant six années dans un même verger et la comparaison de différents vergers et pépinières, les variations et différences étant interprétées grâce à l'étude des facteurs d'ambiance.

Ces éléments serviront d'ailleurs de base aux applications des méthodes de lutte chimiques, biologiques, et culturales :

Chimiques, puisque pour être efficaces, les applications préventives doivent reposer sur l'établissement d'avertissements agricoles, exigeant eux-mêmes une étude approfondie de l'écologie de l'Insecte.

Biologiques, car il faut connaitre les causes de variations d'abondance des stades parasitables, pour effectuer avec les meilleures chances de succès, d'éventuelles acclimatations de parasites étrangers.

Culturales, car c'est grâce à la connaissance exacte des conditions d'hibernation et d'alimentation que l'on peut agir sur elles et par là, entraver la multiplication du ravageur et diminuer sa nuisibilité.

Ce travail a été conduit de 1949 à 1957 à la Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest, à la Grande Ferrade — Pont de la Maye (Gironde), notre activité ayant surtout été orientée jusqu'en 1953 sur les méthodes de lutte chimique. La plupart des observations dans la nature ont été effectuées dans les vergers expérimentaux de la Station d'Arboriculture fruitière, également à la Grande Ferrade, ou dans les domaines de MM. Pedelucq et l'Abbé Lalanne à Labatut (Landes).

PREMIÈRE PARTIE

I. — CYCLE BIOLOGIQUE EN AQUITAINE ET INFLUENCE DE DIFFÉRENTS FACTEURS

A — DISTRIBUTION DE LA TORDEUSE DU PÊCHER ET NOMBRE DE GÉNÉRATIONS

1° Propagation et distribution de la tordeuse du pêcher dans le monde

Probablement originaire de la Chine du Nord-Ouest, où sa présence est rapportée par Kondo et Mujahara (1930), la Tordeuse du Pêcher (*Grapholita molesta Busck*) (1) fut signalée comme responsable de graves dégâts sur les Pêchers et les Poiriers, au Japon depuis 1901 (Harukawa 1925), où elle peut entrainer la perte de 80 à 90 p. 100 des poires (Nashi, Hime et Shinkin 1919). En Australie où elle est présente dès 1909, (Froggatt 1919), elle se trouve principalement dans les vergers de pêchers du sud (80 p. 100 de la récolte des pêches tardives détruite en Victoria (Helson 1939), mais existe également depuis peu en Australie occidentale (Jenkins 1952). Les Etats-Unis d'Amérique furent atteints en 1915 (Quaintance et Wood 1916), à partir de la région située aux alentours de la ville de Washington. *Grapholitha molesta* se répandit rapidement à la fois le long de la côte Atlantique et vers l'Intérieur. En 1926, elle occupait presque tous les états jusqu'au delà du Mississipi (Peterson et Haeussler 1926). La Californie ne fut atteinte qu'en 1942 (Finney, Flanders et Smith 1947). Aux Etats-Unis, elle est surtout nuisible aux Pêches et aux Coings (60 à 90 p. 100 en New York State, d'après Daniel et Cox, 1936).

Introduite en 1929 en Amérique du Sud (Lopez Cristobal, 1935), elle existe en Argentine, en Uruguay, et dans le sud du Brésil. L'Insecte fut découvert en Europe en 1920 par Paoli en Ligurie (Paoli 1921), puis dans le Var par Trouvelot en 1922. Il se répand rapidement ; toute l'Italie du Nord est infestée dès 1933 et la Suisse fut envahie à partir de 1935-36 (Bovey, 1938). Ce ravageur existe également depuis 1937 en Yougoslavie (Tadit, 1951). En Europe, il est nuisible surtout aux Pêches tardives et aux poires d'hiver.

En dehors de ces continents, il est signalé de l'Ile Maurice (Moutia, 1934) et de Rabat au Maroc (document de l'O. E. P. P.).

2° Propagation distribution et dégats en france

Découverte en 1922 dans la région de Fréjus (Trouvelot, 1922), la Tordeuse du Pêcher fut retrouvée dès la même époque par Poutiers dans les Alpes Maritimes. En 1930, puis 1935, Balachowsky note qu'elle reste confinée dans l'est du Var et

(1) Cet insecte est désigné également sous les noms de *Cydia molesta* et de *Laspeyresia molesta*. Je tiens à remercier ici mon collègue J. d'Aguilar qui a bien voulu rechercher lequel des trois noms génériques était le plus valable.

dans les Alpes-Maritimes, où elle empêche la production des pêches tardives, atteintes dans la proportion de 50 à 90 p. 100 Il fallut attendre 1942 pour l'observer dans la vallée de la Garonne, d'abord à Langon, puis à Marmande, et au Pont-de-la-Maye (Lenfant et Couturier, 1945). En 1945, elle occupe une vaste zone s'étendant jusque dans l'Allier et le Rhône, au nord (Schaefer et Vasseur, 1947) et jusqu'aux premiers contreforts des Pyrénées au sud (Chaboussou et Scala, 1945).

Dans toutes ces régions, elle se signala par d'importants dégâts sur les pépinières de pêchers, les Pêches tardives, les Poires d'hiver, les Coings (entièrement détruits dans la région lyonnaise) et les Pommes (Barraud et Chaboussou, 1947). En 1947, elle apparait dans la région parisienne (Coutin, Grison, Ventura et Verdier 1947), où elle se montre nuisible les années les plus chaudes et dans les situations bien exposées.

Depuis, l'Insecte se trouve occasionnellement dans toutes les régions, mais Roussel (1955) ne signale aucun dégât appréciable en Poitou, dans la région de la Loire, en Bretagne, en Normandie, dans le Nord, en Bourgogne ni en Alsace.

La Tordeuse du Pêcher a donc occupé dans notre pays toute la zone de culture intensive du Pêcher et y commet des dégats régulièrement tous les ans : (Bassin Aquitain au sud des Charentes, Roussillon, Vallée du Rhône, en aval de Lyon, Provence).

3° Le cycle des générations

La figure 1 donne, à titre d'exemple, l'allure du cycle annuel de la Tordeuse du Pêcher, tel qu'il s'est déroulé en 1953 au Pont de la Maye (1). Ce cycle comporte quatre générations échelonnées et chevauchant largement, une partie des chenilles de troisième génération et toutes celles de quatrième génération hivernent.

C'est le cas général dans la région Aquitaine : le tableau 1 permet d'avoir un aperçu des variations du cycle des générations au cours de nos 8 années de recherches, auxquelles nous avons joint les 3 années précédentes étudiées par A. Roehrich-Scala. (Pour simplifier, nous n'avons indiqué que le début de chaque génération). Il apparait que certaines années à température plus élevée, une partie des chenilles de quatrième génération peut évoluer jusqu'à l'imago et être ainsi à l'origine d'une cinquième génération.

Les cycles à 4 ou 5 générations sont d'ailleurs les plus répandus dans les différents pays où *Grapholita molesta* commet ses dégâts. On les retrouve au Japon (le chiffre de 6 générations donné par Oda pour Kiou-Siou, n'est pas appuyé par des données d'élevage), en Chine du Nord, (sauf pour les insectes vivant toute l'année sur *Pyrus sinensis*), en Australie du Sud, en Italie et dans la majorité du territoire des Etats-Unis : on dénombre 4 générations dans le Connecticut, l'état de New York, l'Illinois, l'Ohio — quatre ou cinq selon les années dans le New Jersey, la Virginie — et cinq en Californie ; seule, la Géorgie connait des générations plus nombreuses : 6 ou 7 selon les années, à cause de la précocité de la sortie printanière (8 mars en 1925, 12 avril au New Jersey). Enfin, il y en aurait également six dans l'état de Tucuman en République Argentine.

(1) L'abrévation IPP désigne les *I*nsectes *P*arfaits *P*rintaniers IP 1 — les papillons de première génération, etc...

Ce bref chapitre doit être considéré seulement comme un aperçu du cycle annuel de *Grapholitha molesta* en introduction à l'étude écologique. C'est seulement au cours des chapitres suivants que nous traiterons des facteurs responsables du nombre de

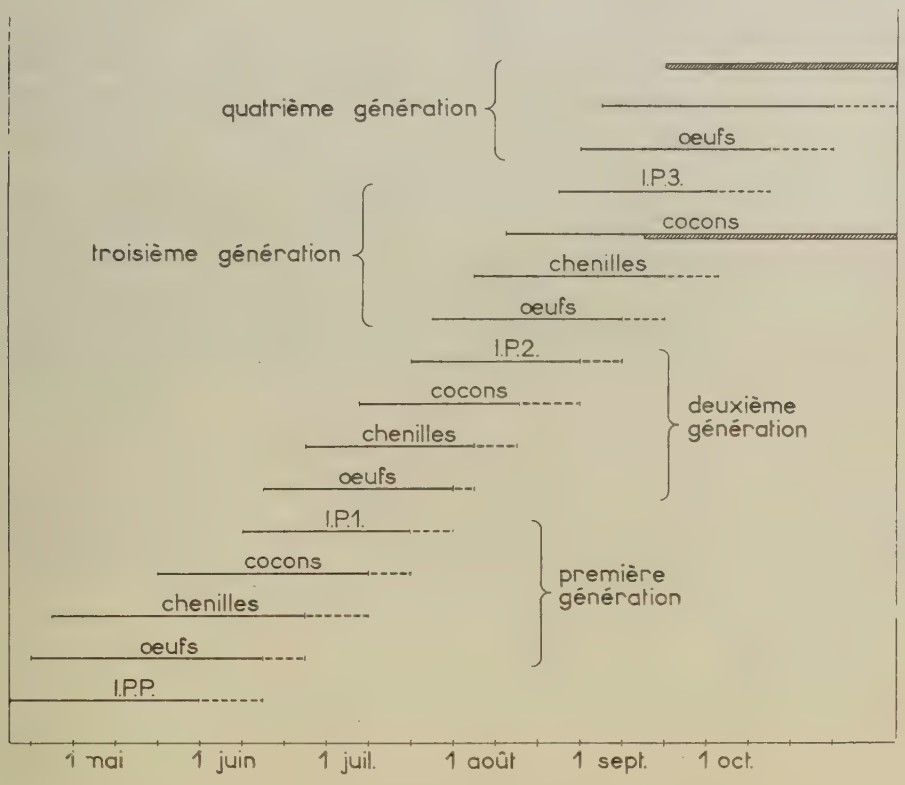


FIG. 1. — *Cycle annuel de la Tordeuse du Pêcher en Aquitaine en* 1953.

Trait continu : IPP — IP 1 — IP 2 — IP 3 : émergence des papillons. — œufs : ponte. — chenilles : éclosion.— cocons : formation.
Trait interrompu : présence du stade considéré en tenant compte de la longévité, de l'incubation, des durées de développement et de nymphose.
Trait épais : stades hivernants.

générations : sortie printanière, durée des stades biologiques, et date de l'entrée en hibernation.

B — INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DE L'HYGROMÉTRIE SUR LES STADES BIOLOGIQUES

Les fluctuations de population dans les conditions naturelles ne peuvent être valablement interprétées qu'après l'étude de l'action isolée de différents facteurs d'ambiance sur les stades de l'Insecte. Aussi, rassemblerons-nous dans ce premier chapitre les données bibliographiques sur ce sujet, tout en les complétant par nos recherches personnelles. Quatre travaux étrangers sont consacrées à cette question. PETERSON et HAEUSSLER (1930), opérant dans les conditions naturelles à Riverton (New Jersey) ont rapporté les durées de développement aux températures moyennes

TABLEAU I

Date approximative du début des générations de Grapholita molesta *à Pont-de-la-Maye*

	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Piégeage des 1ers papillons printaniers		11 avril	23 mars	4 avril	28 mars	18 avril	7 avril	12 avril	11 avril	5 avril	8 avril	28 mars
Debut de la 1re génération	30 avr.	15 avril	30 mars	10 avril	10 avril	20 avril	10 avril	20 avril	20 avril	15 avril	5 mai	5 avril
Début de la 2e génération	15 juin	10 juin	15 juin	15 juin	5 juin	30 juin	30 mai	15 juin	15 juin	15 juin	25 juin	5 juin
Début de la 3e génération	20 juil.	10 juil.	20 juil.	15 juil.	5 juil.	5 août	30 juin	25 juil.	30 juil.	20 juil.	5 août	5 juil.
Début de la 4e génération	25 août	10 août	25 août	10 août	10 août	10 sept.	5 août	25 août	10 sept.	20 août	20 sept.	5 août
Début de la 5e génération		10 sept.		10 sept.	15 sept.		5 sept.			25 sept.		15 sept.
Température moyenne d'avril à août	16,5	18,9	16,9	18,4	18,0	16,3	18,4	17,4	15,8	18,1	16,0	16,9

de la période envisagée, ainsi que DUSTAN et ARMSTRONG (1934) dans la Péninsule de Niagara ; HARUKAWA (1929) a effectué un travail analogue au Japon et plus récemment, CHAUDHRY (1956), en vue de connaitre les possibilités d'implantation de *G. molesta* sous le climat chaud et sec du Pakistan, a expérimenté en laboratoire différentes combinaisons de températures constantes et d'hygrométrie.

L'action des facteurs externes sur l'insecte peut s'exercer de diverses façons, soit en accélérant ou en ralentissant le développement, soit en augmentant la mortalité.

Nous étudierons donc l'action de ces deux facteurs d'ambiance sur la durée des stades biologiques, puis la résistance de chacun de ces stades aux conditions extrêmes.

I. — Durée des stades biologiques en fonction des conditions d'ambiance

C'est de cette durée que dépend en grande partie le nombre des générations annuelles et par conséquent la nuisibilité de l'insecte. La connaissance de la durée de développement est également importante pour l'application de la lutte chimique, la répétition de certaines interventions dépendant de la durée des stades vulnérables.

1° DURÉE DE L'INCUBATION

A température constante, et lorsque la température s'élève de 16 à 34° C, la durée d'incubation s'abaisse de 8 jours à moins de 3 jours. La courbe de la figure 2 indique les variations entre 10° et 35° C en hygrométrie saturante.

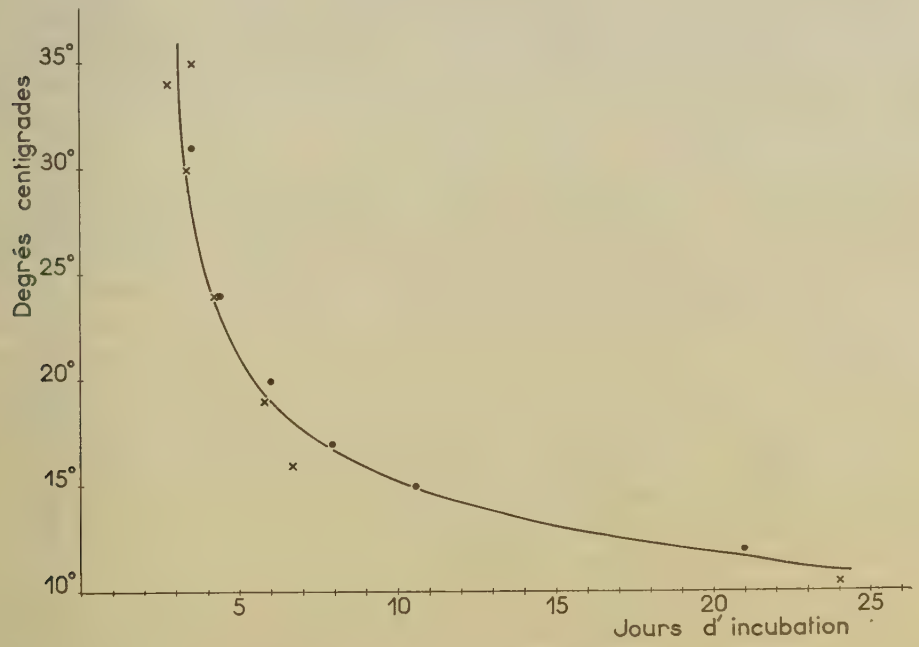


FIG. 2. — *Durée de l'incubation de* G. molesta *en fonction de la température.*
o = observations personnelles
x = d'après CHAUDHRY

Pour les autres degrés hygrométriques (70 et 35 p. 100) expérimentés, CHAUDHRY a noté des différences inférieures à 5 p. 100 dans les durées d'incubation, sauf à 16°C où elle atteint 13 p. 100 (7 jours à 100 p. 100, 8 jours à 35 p. 100).

A des températures constantes au dessous de 12° C et au dessus de 35°C nous n'avons obtenu aucune éclosion et CHAUDHRY ne cite pas son essai d'incubation à 10° C dans ses tableaux, ce qui laisse supposer que les données portées dans le tableau concernent deux cas isolés. Le seuil inférieur d'incubation des œufs semble donc se situer aux alentours de 10° C comme l'avait d'ailleurs indiqué HARAKUWA (1929). En extrapolant les chiffres fournis dans son travail, CHAUDHRY place ce seuil entre 4° C et 7°5 C selon l'hygrométrie. Toutefois, ce calcul est tout théorique et ne tient nullement compte des déformations de la courbe de développement en fonction de la température auxalentours des valeurs critiques et aucune expérience ne vient appuyer cette hypothèse.

Mais l'impossibilité d'obtenir l'éclosion de l'œuf au dessous de certaines températures, ne signifie pas *a priori* que tout développement est arrêté. Pour le vérifier, nous avons mis à incuber des œufs à des températures inférieures au seuil d'éclosion et les avons placés ensuite à température plus élevée.

Au lieu d'éclore au bout de 6 jours, comme s'ils avaient été mis à incuber dès la ponte à 20° C, des œufs restés 22 jours à 4° C et des œufs restés 13 jours à 6° C ont donné des chenilles au bout de 4 jours après avoir été transportés dans une étuve à 20° C. Le développement avait donc pu commencer à ces basses températures. (Nous verrons plus loin d'ailleurs que seule une petite partie des œufs a pu évoluer dans ces conditions).

Dans un essai de température alternée : 1 jour à 5° C, 1 jour à 20° C, au moment de l'éclosion, les œufs avaient passé 7 jours à 5° C et 6 jours à 20° C soit la durée normale d'incubation à cette dernière température. La faible durée du séjour total à 5° C, comparée à l'expérience relatée au paragraphe précédent, peut expliquer que le développement effectué à cette température soit trop peu important pour apparaitre, la notation des éclosions ne se faisant qu'une fois par jour.

Dans les conditions naturelles, en prenant comme référence les températures moyennes de la période considérée, les durées d'incubation diffèrent peu de celles observées pour la même température constante en été. Les chiffres donnés par PETERSON et HAEUSSLER (1929) pour des températures moyennes supérieures à 20° C sont très voisins de ceux fournis par la courbe de la figure 2. Aux basses températures cependant, les comparaisons ne sont plus possibles. PETERSON et HAEUSSLER obtiennent 20 jours à 10° C (24 à température constante) 14 jours à 12° C (17 à température constante), tandis que DUSTAN et ARMSTRONG (1933) ont observé 33 jours d'incubation pour une température moyenne de 8° C. Ces chiffres s'expliquent parce que dans l'établissement de ces moyennes, entrent en ligne de compte des basses températures correspondant à la partie non linéaire de la courbe d'incubation et même des températures situées au dessous du seuil de développement.

Rappelons que la donnée classique de température météorologique, à 2 m sous abri, ne saurait en aucune façon être rapprochée des résultats obtenus en étuve en vue d'établir les possibilités de développement de la Tordeuse du Pêcher. Par suite en effet du phénomène de l'insolation, les durées de développement sont extrêmement raccourcies (Tableau 2).

Pour se rapprocher des conditions naturelles tout en opérant avec des données connues, nous avons mis des œufs en élevage à *température variable*, mais *contrôlée*. Dans ce cas, la durée d'incubation est un peu plus longue qu'à une température cons-

tante, moyenne des températures utilisées ; elle correspond par contre aux observations de PETERSON et HAEUSSLER en insectarium (Tableau 3).

TABLEAU 2

Durée d'incubation des œufs de G. molesta
dans les conditions naturelles au Pont-de-la-Maye (Gironde)

Température sous abri	Durée d'incubation
	(jours)
10 °C	14
12 °C	12 1/2
15 °C	9
17 °C	6
19 °C	4 1/2
22 °C	3 1/2

TABLEAU 3

Incubation des œufs de G. molesta *à température variable*

Températures	Moyenne	Durée d'incubation à la température variable	Durée d'incubation à température constante
		(jours)	(jours)
9 h à 20,5 °C 15 h à 15 °C	17,1 °C	8	7 1/2
9 h à 23,5 °C 15 h à 15 °C	18,2 °C	7 1/2	6 1/2
9 h à 28 °C 15 h à 15 °C	19,9 °C	6 1/2	6

2° DURÉE DU DÉVELOPPEMENT LARVAIRE

Le développement larvaire étant fonction non seulement des conditions atmosphériques, mais aussi de la nutrition, il est difficile de comparer des essais effectués par des expérimentateurs différents ou à des époques différentes de l'année.

Il n'est pas possible de comparer l'échelonnement des durées de développement à *température constante* d'après le travail de CHAUDHRY et d'après nos travaux personnels, les chenilles n'ayant pas reçu la même nourriture. Les chiffres cités au Tableau 4 ne sont d'ailleurs que des moyennes, les résultats variant selon les saisons et les années en même temps que la composition de la nourriture offerte.

Comme pour l'incubation, la température à laquelle le développement est le plus court se situe entre 31 et 35° C.

Nous retrouvons naturellement la même disparité dans les *conditions naturelles*. Sur pousses de Pêcher, la période d'alimentation s'étend sur 27 jours à 13° C, 16 à 22 jours à 17° C, 11 à 15 jours à 20° C et 12 à 13 jours vers 22° C de température moyenne. (Pour 16° C, 20° C, et 22° C, mais sur Pêches, PETERSON et HAEUSSLER donnent 17, 15 et 13 jours).

TABLEAU 4

Durée de la période d'alimentation (en jours) des larves de G. molesta *à température constante*

Température	Durée de la vie larvaire arrondie au demi-jour		
	D'après CHAUDHRY sur pommes	Expériences personnelles	
		Sur pommes	Sur pousses de pêcher
	(jours)	(jours)	(jours)
12°C			47
19°C	37		23
21°C			15
24°C	24 1/2		13
26°C		17 1/2	11 1/2
29°C	20 1/2		10
31°C			8
35°C	18		9 1/2

En périodes alternées d'un jour à 5° C et un jour à 18° C, la durée du stade larvaire s'est élevée à 43 jours contre 22 jours à la température constante de 18° C et avec la même alimentation. Tout se passe donc comme si les périodes passées à 5° C devaient être tenues pour nulles, le passage par cette basse température n'ayant montré aucune action : ni accélératrice, ni freinatrice sur le développement.

3° DURÉE DU STADE « COCON »

Nous ne pouvons pas séparer le stade prénymphal de la nymphose, l'ouverture du cocon risquant de perturber le développement normal. D'après SNAPP et SWINGLE (1929) la larve reste en moyenne 2,6 à 3,1 jours à l'intérieur du cocon avant de se transformer. Il faut donc retirer environ ce temps de la durée du stade cocon pour avoir la durée de nymphose.

TABLEAU 5

Durée de la période de cocon de G. molesta *(en jours) à température constante*

Température	D'après CHAUDHRY hygrométrie			Observations personnelles
	100 %	70 %	30 %	
17°C				26
19°C	19	20,8	24,5	
20°C				15,5
24°C	14,3	15	17,5	11,2
26°C				9,7
28°C				8,2
30°C	12	13	14,2	
35°C	11	11,4	12,5	

Nous remarquons pour une même température, une grande hétérogénéité. Elle est due en partie à l'influence de l'alimentation (voir plus loin), en partie à l'influence des conditions antérieures auxquelles ont été soumis les œufs et les larves. CHAUDHRY a noté en effet qu'à 30° C, le stade cocon dure 12 jours si les œufs et les larves ont été élevés à 30° C, et 16 jours et demi si ils ont été élevés à 19° C.

Dans les conditions naturelles, pour des insectes nourris de pousses de Pêcher, la rapidité de la transformation varie selon la saison pour une même température, donc probablement selon la qualité de l'alimentation (Tableau 6).

TABLEAU 6

Durée du stade cocon de G. molesta *(en jours) dans les conditions naturelles*

Température moyenne	à Rivertown selon PETERSON et HAEUSSLER	Pont-de-la-Maye			
		mai-juin	juillet	août	sept.
15° C		23			25
17° C		20		23	
19° C	16 - 17	15	16	16,5	18,5
21° C	14 - 15		12,5		
23° C	12 - 14		11		

Nous n'avons pas tenu compte des insectes présentant un début de diapause.

Enfin, nous avons soumis des lots de cocons à des températures inférieures à 15° C et, après un temps variable passé dans ces conditions, nous les avons portées à 25° C. Les résultats sont données dans le Tableau 7.

TABLEAU 7

Nymphose de G. molesta *à basse température (en jours)*

Température	Durée d'exposition	Durée d'exposition à 25° C jusqu'à l'émergence	Mortalité
6° C	2 jours	11,7 jours	20 %
	9	12,2	50 %
	14	11	90 %
	19	15 et 21	80 %
	24	13 et 16	80 %
9° C	5 jours	9,8 jours	34 %
	10	9,5	0 %
	15	11,7	62 %
12° C	15	6,0	0 %
	22	5,5	0 %
	25	6,7	0 %
	32	5,4	10 %

Les températures inférieures à 10° C sont donc au-dessous du seuil de développement puisque la durée du passage à 25° C nécessaire pour obtenir l'adulte est égale ou supérieure à la durée normale du stade à 25° C. A un séjour à 12° C au contraire, l'activité biologique se poursuit puisqu'il ne faut que 6 jours au maximum au lieu de 9,8 pour aboutir à l'émergence. Dans ce cas, nos résultats concordent à peu près avec le seuil calculé par CHAUDHRY qui varie de 8°6 C en hygrométrie saturante à 9,4° C à 70 p. 100 d'hygrométrie relative et à 11° 4 à 30 p. 100.

4° DURÉE DE LA DIAPAUSE LARVAIRE

Sous l'influence de certaines conditions dont nous parlerons dans un chapitre suivant, la larve subit un arrêt de développement dans le cocon, avant sa chrysalidation et réagit alors différemment à l'action des facteurs d'ambiance.

a) *Durée du stade température constante*

A température constante et en atmosphère saturée d'humidité, on peut obtenir l'évolution complète jusqu'à l'adulte, mais après un temps très variable. Par contre, cette évolution est impossible en étuve sèche (40 p. 100 d'hygrométrie relative).

TABLEAU 8

Durée du stade cocon dans le cas des chenilles de G. molesta *en diapause à* 28° C *et en atmosphère saturée d'humidité (en jours) cocon tissé entre le* 1er *et le* 25 *octobre — Chenilles ayant vécu sur pousses de Pêcher dans la nature*

Classes de durée	Pourcentage de chenilles correspondant aux différentes classes	
	1954-55	1953-54
0- 7	0	0
8- 14	4,6 %	0
15- 21	5,7 %	3,3 %
22- 28	12,6 %	11,7 %
29- 35	11,5 %	11,7 %
36- 42	6,9 %	1,7 %
43- 49	10,3 %	5,0 %
50- 56	8,0 %	10,0 %
57- 63	6,9 %	23,3 %
64- 70	4,6 %	5,0 %
71- 77	5,7 %	10,9 %
78- 84	8,0 %	15,0 %
85- 91	8,0 %	1,7 %
92- 98	5,7 %	
99-105		
106-112		
113-119		1,7 %
120-126	1,1 %	
127-133		
134-140		1,7 %
Nombre total de papillons	87	60

N.B. — La mortalité a été supérieure en 1954-55 (60 %), presque nulle en 1953-54, ce qui explique le plus faible pourcentage d'insectes à longue période de diapause.

Les durées moyennes de la période chenille en diapause-chrysalide ont été de 48 jours à 30° C, 54 jours à 28° C, et 67 jours à 25° C. La durée maximale du stade à 28° C a été de 174 jours (10 septembre au 3 mars).

CHAUDHRY scinde les diapausants en deux catégories : cycle à courte diapause ou cycle moyen et cycle à longue diapause ou cycle long, prenant comme limite une durée de stade cocon égale à 60 jours. En hygrométrie saturante et à 28° C, il note une moyenne de 34 jours pour les cycles moyens et n'obtient pas d'insectes à cycle long. A 24° C, il obtient comme moyenne 47 jours pour les cycles moyens et 88 pour les cycles longs ; à 18° C : 39 et 139.

Dans nos essais au contraire, si en 1953-54, nous avons bien 2 groupes de durées, l'un étagé entre 8 et 35 jours, l'autre entre 44 et 140 jours, une seule chenille ayant eu un stade cocon compris entre 33 et 44 jours, en 1954-55 il n'est pas possible de séparer les deux groupes. Il en a été de même dans nos essais sur l'alimentation. (voir à ce chapitre). La distinction des insectes à longue et à courte diapause semble donc arbitraire.

Dautre part, la durée de la diapause ne varie pas d'une façon significative selon la date de l'arrêt de développement. Si on ne compte pas les cycles sans diapause (8 à 14 jours), les durées moyennes et extrêmes sont données par le Tableau 9.

TABLEAU 9

Durée de la diapause de G. molesta *en fonction de la date d'entrée en diapause à* 28° C — *en* 1954-55

Date d'entrée en diapause	% de larves sans diapause	Durée moyenne de la diapause et de la chrysalidation	Durée maximale	Mortalité	Nombre total de papillons obtenus
		(jours)	(jours)		
15-20 septembre ..	54	62	128	44	97
21-30 septembre ..	22	66	119	67	23
1-11 octobre.....	3	54	91	65	31
12-20 octobre.....	4	53	123	65	48
21-31 octobre.....	10	34	77	50	29
1-10 novembre...	26	55	75	61	19

En 1953-54, l'échelonnement des cocons en expérience était moindre. La durée moyenne de la diapause et de la chrysalidation a été respectivement de 62, 52 et 47 jours pour les chenilles entrées en diapause au cours de chacune des décades du mois d'octobre

Dans les conditions naturelles au contraire, la date d'émergence est indépendante de la date d'entrée en diapause. Ainsi en 1951, 65 p. 100 des chenilles entrées en diapause du 11 au 20 septembre et 63 p. 100 de celles entrées en diapause du 11 au 20 octobre ont donné des papillons entre le 21 et le 25 mai ; la période de repos des premières a donc duré un mois de plus. Comme nous allons le voir, ce fait est dû à l'influence *des passages au froid subis aux mêmes dates par les deux lots.*

b) *Influence des variations thermiques*

Stockées dehors, dans un hangar à l'ombre, des chenilles ont été placées dans une étuve à 30° C après, ou non, passage à 0° C. Il s'agissait d'une étuve relativement sèche, dans laquelle le développement des cocons hibernant à température constante était impossible.

Mises à 30° C le 30 octobre, après ou non, 15 jours de passage au réfrigérateur, les chenilles sont toutes mortes sans se transformer. Toutefois, sur les onze qui ont été exposées au froid pendant 1 mois, du 15 octobre au 15 novembre, deux ont donné des papillons au bout de 32 et de 33 jours.

Le pourcentage de chrysalidation augmente ensuite rapidement pour atteindre 80 p. 100 à partir du 28 décembre jusqu'en avril. La durée d'exposition nécessaire à 30° C, diminue pendant ce temps comme l'indique la figure 3.

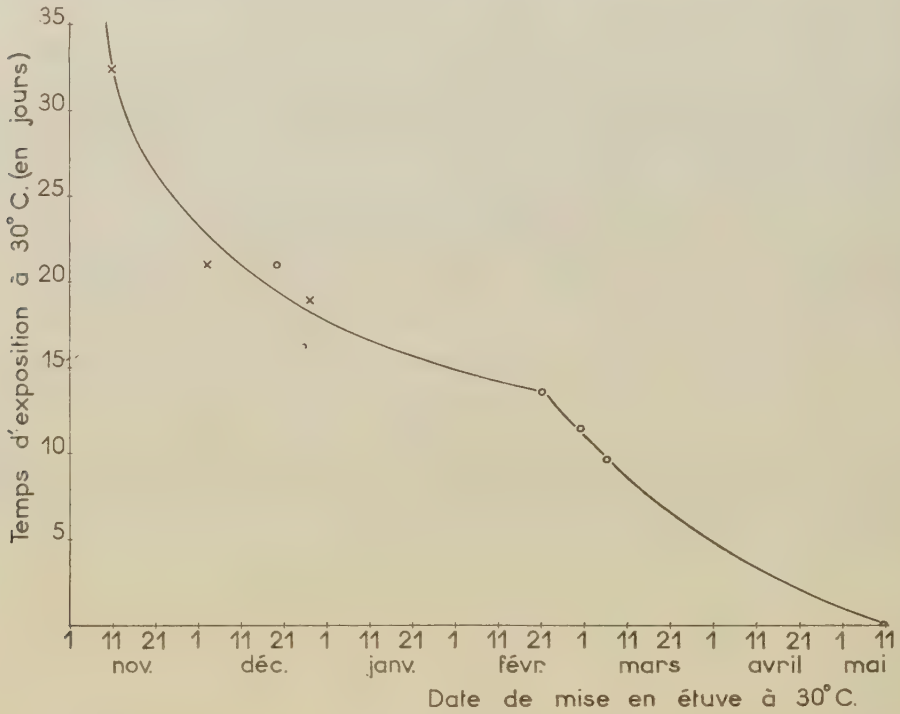

Temps d'exposition à 30° C. (en jours)
35
30
25
20
15
10
5
1 11 21 1 11 21 1 11 21 1 11 21 1 11 21 1 11 21 1 11
nov. déc. janv. févr. mars avril mai
Date de mise en étuve à 30° C.

Fig. 3. — *Temps d'exposition à 30°C. nécessaire pour obtenir l'émergence à partir des cocons d'hibernants.*
o = chenilles mises directement à 30°C.
x = chenilles restées auparavant 11-30 jours en réfrigérateur.

La courbe se divise en 2 parties ; jusqu'au 20 février, nous assistons à une élimination progressive de la diapause et à partir de cette date, le développement reprend dans le hangar où sont stockées les chenilles, du fait de l'élévation de la température.

Alors que dans le cas d'élevage à température constante, les sorties sont échelonnées sur une très longue durée (la moitié des insectes sont sortis en 32 jours à 28° C), elles se déroulent dans un délai beaucoup plus court dans le cas du passage à température élevée de chenilles gardées au froid dehors (3 jours pour la moitié des sorties). C'est ce qui explique le groupement des sorties printanières dans une même situation écologique malgré l'échelonnement des entrées en diapause.

5° Durée totale du cycle vital

Dans les conditions climatiques normales de la période estivale de nos régions (soit entre 18 et 21° C), le cycle de la Tordeuse du Pêcher nourrie de pousses de Pêcher, varie donc entre une quarantaine et une trentaine de jours.

TABLEAU 10

Durée moyenne du cycle des générations de G. molesta *(en jours)*

Températures	Sur pousses de Pêcher		Sur Pêches	Sur Pommes
	Observation pers.	HARUKAWA	PETERSON et HAEUSSLER	CHAUDHRY
18-19° C	46	44	41	52
21-22° C	34	30	34	
23-24° C	28	25	29	42
25-26° C	25	22	27	
29° C	22	20		35

En utilisant le concept de jours-degrés, PETERSON et HAEUSSLER et HARUKAWA obtiennent, en comptant comme degrés effectifs les degrés dépassant 10° C, les premiers une valeur moyenne de 385 jours-degrés, le deuxième 358 à 382 jours-degrés selon la température. Mais PETERSON et HAEUSSLER font état d'une grosse variation individuelle de 330 à 422 jours-degrés. Dans l'étude dans les conditions naturelles, ces données ne peuvent être utilisées que de juin à septembre; au printemps en effet, intervient l'action de périodes à température au dessous des limites d'activité, et en automne l'action de la diapause. En été, au contraire, elles rendent compte d'une façon satisfaisante de la succession des générations (Tableau 10).

II. — Action de la température et de l'hygrométrie sur la mortalité

1° ACTION DES FACTEURS D'AMBIANCE SUR LA MORTALITÉ DES ŒUFS

Aux températures élevées, CHAUDHRY a montré la relation entre la résistance des œufs et l'hygrométrie (Tableau 11).

TABLEAU 11

Résistance des œufs de G. molesta *aux hautes températures* (d'après CHAUDHRY)..

Températures	Hygrométrie relative		
	100 %	70 %	35 %
Températures constantes			
16° C	90 %	75 %	72 %
19° C	92 %	77 %	77 %
24° C	98 %	99 %	88 %
29° C	97 %	97 %	77 %
34° C	90 %	88 %	0
35° C	34 %	52 %	
Exposition aux hautes températures			
48 h à 35° C	96 %	94 %	38 %
24 h à 36,5	80 %	80 %	57 %
40 h à 36,5	73 %	40 %	0
48 h à 36,5	0	0	0
4 h à 41	90 %	86 %	60 %
21 h à 41	42 %	42 %	25 %

Il apparaît qu'aux températures élevées (supérieures à 30° C) la vitalité des œufs est très diminuée par les faibles hygrométries (35 p. 100). Mais il faut remarquer que dans nos régions, la température dépasse rarement 30° C, plus de quelques heures par jour et que, au niveau des feuilles où sont pondus les œufs la transpiration entretient une hygrométrie nettement supérieure à celle de l'air ambiant (CHAUVIN et d'AGUILAR — 1946). Le seuil supérieur de vie ne doit donc pas jouer de rôle appréciable dans la diminution des pullulations.

Par l'expérimentation *aux basses températures*, nous avons recherché les limites inférieures compatibles avec la vie de l'œuf.

A. — 5° C, nous n'avons jamais obtenu ni éclosion, ni même évolution de l'œuf jusqu'au stade final (stade « black spot » où la tête est visible par transparence), dès que l'exposition à cette température dépasse une heure.

En ne laissant les œufs que 30 minutes à cette température, un œuf sur 50 à évolué jusqu'au stade « black spot », mais n'a pas éclos.

Après un quart d'heure seulement d'exposition et au bout de 7 jours à 20° C, 14 œufs sur 63 ont permis le développement de l'embryon jusqu'à ce stade. Cependant, dans ce cas encore, aucune éclosion n'a pu être obtenue.

Une exposition, même brève à la température de — 5° C entrave donc complètement les éclosions.

Pour les températures situées aux alentours de 0° C, nous trouverons au tableau 12 l'action des durées d'exposition sur le pourcentage d'éclosions.

TABLEAU 12

Résistance des œufs de G. molesta *aux basses températures*

Température	Durée d'exposition	Pourcentage de black spot	Éclosion
— 4°C	2 jours	0	0
— 2°C	7	0	0
— 1°C	3	0	0
+ 4°C	22	80 %	7 %
+ 4°C	Jusqu'à l'éclosion	100 %	0 %
+ 5°C	7 jours		10 %
+ 5°C	Un jour sur deux (1)	100 %	100 %
+ 6°C	15 jours	80 %	8 %
+ 11°C	Jusqu'à l'éclosion	73 %	0 %
+ 12°C	Jusqu'à l'éclosion	75 %	75 %

(1) Soit au total 6 jours 1/2 à 5°C.

Si les températures inférieures à 0° C sont toujours léthales, à partir de 4° C, et même après un long séjour (22 jours) nous notons des éclosions. Observons qu'une même durée d'exposition fractionnée est moins nocive que continue. Les œufs de Tordeuse du Pêcher peuvent donc subir des refroidissements nocturnes sans perdre pour cela de leur vitalité, mais à condition qu'il ne gèle pas.

Nous verrons plus loin l'importance de ce fait pour la survie de la première génération.

2° Action des facteurs de l'ambiance sur la mortalité des larves

Vu le mode de vie de la larve à l'intérieur des tissus végétaux, le degré hygrométrique n'intervient pas directement sur la longévité des chenilles, mais il agit indirectement sur l'état végétatif des pousses. Les résultats, plus encore que pour la durée de développement, présentent une grande diversité pour des conditions analogues (Tableau 13).

TABLEAU 13

Pourcentage de chenilles de G. molesta *ayant donné des cocons*

Température	D'après Chaudhry (pommes)	Observations personnelles (pousses de pêchers)			
		1950	1951	1954	1957
12°C				23 %	
19-20°C	13 %		54 %		33 %
24-25°C	17 %	80 %		38 %	18 %
27-28°C			72 %	57 %	
29-30°C	18 %	60 %	52 %		
35°C	15 %	45 %			

A noter que ces chiffres indiquent à la fois la mortalité proprement dite ainsi que les pertes par évasion ou non-pénétration dans les pousses qui peuvent être importantes pour les jeunes chenilles. La diversité des chiffres obtenus, tant par Chaudhry que par nous-mêmes, semble indiquer peu de différences systématiques, au moins de 20 à 30° C. Les températures situées aux environs de 0° C détériorant la pousse, il n'a pas été possible d'expérimenter leur action. Mais on peut retrouver des chenilles vivantes dans la nature après un gel de 0° C.

3° Action des facteurs de l'ambiance sur la mortalité des chrysalides et des prénymphes d'été

A haute température, l'action de l'état hygrométrique de l'air est prépondérante. D'après Chaudhry, pour une température de 24° C, la proportion d'adultes obtenus passe de 71,8 p. 100 pour une hygrométrie saturante, à 50,4 p. 100 et 40,6 p. 100 pour des degrés hygrométriques respectifs de 70 et 35 p. 100. A ce dernier degré hygrométrique, et à 30° C, la mortalité est de 89 p. 100 si les larves et les œufs ont été élevés à cette température ; mais elle atteint 99-100 p. 100 si ces élevages ont été conduits à 19° C et à 24° C.

D'un autre côté, nous avons essayé l'action des *basses températures* d'une part sur des cocons formés le jour même et d'autre part sur des cocons ayant déjà subi un début de développement. Dans les deux cas, une exposition d'une semaine à — 4° ou à — 7° C a entrainé une mortalité totale. Enfin, nous avons étudié l'action du froid en plaçant à — 4° C et pendant des périodes différentes des cocons nouvellement formés de générations non hibernantes (Tableau 14).

TABLEAU 14

Action des basses températures (-4°C) sur la vitalité des prénymphes de G. molesta

Durée de l'exposition	Pourcentage d'émergence
4 jours	100
5 jours	69
7 jours	0
11 jours	0
15 jours	10
17 jours	0

Précisons bien qu'il s'agit ici des cocons issus de chenilles des générations d'été. L'action du froid sur les chenilles hibernantes sera traitée dans le chapitre suivant.

La prénymphe des générations d'été de G. *molesta* ne supporte donc pas de basses températures pendant de trop longues périodes. Elle est normalement incapable d'hiberner.

D'autre part, des températures plus élevées, mais inférieures au seuil d'activité, ont elles aussi, une action néfaste sur la vitalité. Le tableau 7 montre en effet qu'une exposition de 14 à 24 jours à 6° C entraîne une mortalité de 80 à 90 p. 100, tandis qu'à 12° C, tous les cocons ont donné des papillons.

4° Action des facteurs d'ambiance sur la mortalité des hibernants

A basse hygrométrie (35 p. 100), la mortalité est très importante. Chaudhry a obtenu en moyenne 1 p. 100 d'émergence seulement parmi les chenilles à long cycle et 3 p. 100 parmi les chenilles à cycle moyen. A 70 p. 100 d'hygrométrie, les proportions d'émergence passent à 13 p. 100 et 14 p. 100 — et à 100 p. 100 d'hygrométrie, — 28 p. 100 et 17 p. 100. Nous n'avons personnellement jamais obtenu d'émergences en quantité notable, sauf à humidité saturante. La mortalité a été en 1954-55, de 44 à 67 p. 100 selon la date d'entrée en diapause (Tableau 9), mais comprend également l'action des maladies cryptogamiques.

Dans les conditions naturelles, la mortalité a varié de 4 p. 100 (devant un mur exposé au sud) à 55 p. 100 (lot de chenilles placé contre la face sud d'un arbre).

La résistance au froid des chenilles hibernantes est considérable. Dustan au Canada, au cours d'un hiver rigoureux où le thermomètre est descendu à — 40°C et resté 12 jours au-dessous de — 32°C, a noté des mortalités de 91,4 p. 100 et de 98,4 p. 100 dans le sol et les pêches momifiées, mais il avait noté respectivement 95,0 p. 100 et 93,9 p. 100 au cours d'un hiver normal. En conditions contrôlées nous n'avons pas pu, faute d'installations, expérimenter sur des températures analogues. Cependant il a été possible de faire subir aux chenilles, protégées seulement par leur cocon tissé à l'intérieur du carton ondulé, des froids de — 8 à — 14°C pendant une semaine. (Tableau 15).

Au moment de la formation des cocons, les chenilles restent donc sensibles à l'action de froids modérés (— 5°C) bien qu'à cette date il s'agissait sans aucune doute de prénymphes hibernantes.

En janvier et février, la mortalité due à l'exposition au réfrigérateur est négli-

geable, puisque le pourcentage de chrysalides et d'émergence de chenilles n'ayant pas subi ce stage est, le 20 janvier, de 80 p. 100.

TABLEAU 15

Résistance au froid des chenilles hibernantes de G. molesta
(périodes de 7 jours dans le réfrigérateur)

Date du début de l'expérience	Température du réfrigérateur	Pourcentage de chrysalides obtenues	Pourcentage de papillons obtenus
15 octobre	— 5 °C	0	0
14 novembre	— 13 °C	33,3	16,7
20 janvier	— 12 °C	75,0	66,7
27 janvier	— 8 °C	100	76,9
19 février	— 14 °C	80,0	80,0
19 février	— 1 °C	100	100
3 avril	— 10 °C	90,0	65,0
22 avril	— 10 °C	90,0	40,0

N. B. — Les cocons de l'expérience du 15 octobre dataient du 13 octobre.

Les chiffres pour avril peuvent surprendre, mais la période de chrysalidation était alors commencée, puisque les papillons sont sortis des cocons laissés dehors à partir du 3 mai ; une partie des chrysalides trouvées mortes à la fin de l'expérience devaient donc être déjà formées au moment de l'exposition au froid, et leur résistance, inférieure à celles des prénymphes hibernantes, explique l'accroissement de la mortalité totale. Les papillons obtenus sont d'ailleurs sortis de 11 à 19 jours après la remise à 22° C, ce qui correspond à la durée de nymphose à cette température (Tableau 5).

Nous avons d'autre part soumis à des températures constantes dans un thermostat à atmosphère sèche, des chenilles venant de former leur cocon. Les groupes de tubes contenant les chenilles étaient placés dans des boites de polystyrène contenant de l'eau pour saturer l'atmosphère. Aucune des chenilles placées à — 1° et — 4° C n'a donné de papillon une fois portée à 22° C en chambre étuve humide. D'autre part, dans les conditions de l'essai, des moisissures ont détruit les insectes dans les compartiments de 19° C à 35° C. Nous donnons donc seulement, au tableau 16 les résultats des essais à 6° C, 8° C et 13° C.

TABLEAU 16

Pourcentages d'émergence des chenilles hibernantes de G. molesta
soumises aux températures de 6° C à 12° C, *puis placées en chambre humide à* 22° C

Température	Temps d'exposition		
	1 mois	3 mois	4 mois
6 °C	15,4 %	50 %	100 %
8 °C	15,4 %	33,3 %	
13 °C	16,7 %	0 %	0
Chenilles laissées a 22 °C		23,5 %	

Si les températures inférieures à 0° C, supportées dès le tissage du cocon sont léthales, des températures basses mais positives, subies dès le début de la période de diapause et prolongées jusqu'à l'élimination normale de celle-ci sont favorables à la survie des insectes.

5° Action des facteurs de l'ambiance sur la mortalité des adultes

La longévité de l'adulte dans les conditions naturelles ne peut guère être connue exactement. Les évaluations données par différents auteurs d'après les élevages en insectarium, varient pour les générations d'été, entre 10-11 jours (Snapp et Swingle) (1929) et 17-18 jours (Helson) (1938) ; les plus fréquentes se situant aux alentours de 15 jours (Peterson et Haeussler) (1930), Stearns et Neiswander (1930). Au printemps, la durée de vie est un peu plus longue ; 12-13 jours d'après Snapp et Swingle (1929), 21-23 d'après Helson (1938), 17-18 d'après Peterson et Haeussler (1930)

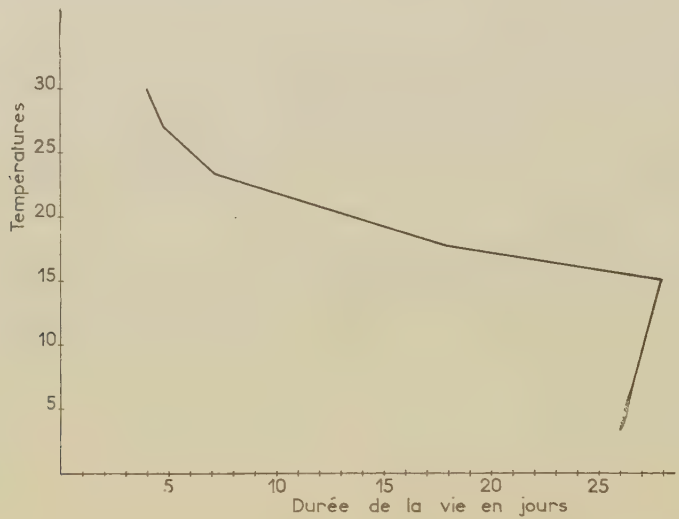


Fig. 4. — *Durée de la vie des adultes de* G. molesta *en fonction de la température.*

(20 en fin de saison). La longévité maxima observée par ces différents auteurs est de 37 jours.

Au moyen de l'élevage en étuve, en hygrométrie saturante, nous avons essayé de déterminer la longévité des adultes à différentes températures constantes (fig. 4).

A 4° C, l'activité était nulle et il était nécessaire de laisser pendant quelques minutes les insectes à la température de la pièce de travail pour constater leur survie. Pour les températures normales d'activité la courbe de survie se rapproche d'une branche d'hyperbole.

III. — L'entrée en diapause, action de différents facteurs abiotiques

Après un nombre variable de générations sans arrêt de développement, la Tordeuse du Pêcher entre en diapause au stade larve à son complet développement . Il s'agit d'une vraie diapause intervenant alors que les facteurs climatiques ou nutri-

ciels permettraient encore le développement (Bonnemaison — 1945). Le tableau 17 donne la date d'apparition des premiers hibernants et des derniers nymphosants au cours de 4 années consécutives.

TABLEAU 17

Dates d'entrée en diapause des chenilles de Grapholitha molesta *dans le Sud-Ouest de la France*

	Premiers hibernants		Derniers nymphosants	
	Éclosion	Tissage du cocon	Éclosion	Tissage du cocon
1949.....	23 août	5 septembre	29 août	10 septembre
1950.....	21 août	7 septembre	1 septembre	20 septembre
1951.....	23 août	8 septembre	2 septembre	16 septembre
1952.....	24 août	12 septembre	2 septembre	6 octobre

La diapause touche donc chaque année une partie des insectes éclos après le 20 août et tous ceux éclos en septembre. La principal agent de la diapause paraît résider dans la durée relative du jour et de la nuit, dont l'évolution se renouvelle chaque année de façon identique, aux mêmes dates. Le développement larvaire des larves diapausantes a lieu alors que la durée de la nuit atteint 11 heures.

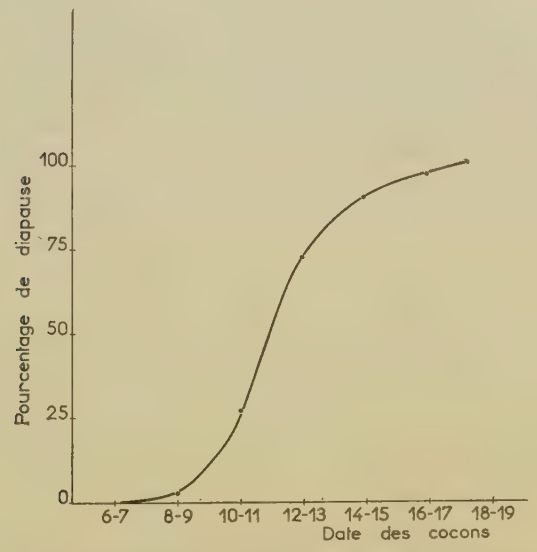


Fig. 5. — *Courbe d'entrée en diapause des chenilles de* G. molesta *en* 1951.

La courbe d'entrée en diapause représentée par la figure 5 a l'allure d'une sigmoïde.

Plus tard dans l'automne, le pourcentage de diapausants diminue comme l'indique la figure 6. Il apparaît qu'après un maximum, l'augmentation de la durée d'obscurité cesse de favoriser l'entrée en diapause.

(Contrairement à ce que l'on devrait attendre, la courbe n'apparaît plus sous

forme sigmoïde dans sa première partie parce que les périodes portées en abscisse sont plus longues).

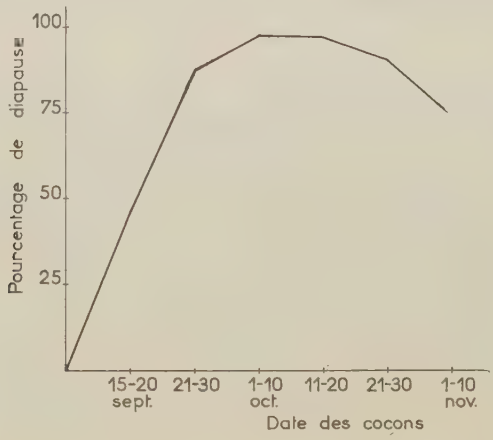


FIG. 6. — *Courbe d'entrée en diapause des chenilles de* G. molesta *en* 1955.

Avant cette période, la diapause dans les conditions naturelles est exceptionnelle. Toutefois, il arrive qu'elle intéresse prématurément un petit nombre de chenilles des premières générations (Tableau 18).

TABLEAU 18

Pourcentage de diapausants au cours des générations d'été à la Grande-Ferrade. (Chenilles nourries de pousses de Pêcher)

Dates	Chrysalides formées	Chenilles en diapause	Chenilles mortes	Pourcentage de diapausants
Mai	144	1	2	0,7
Juin	223	5	4	2,2
Juillet	984	10	19	1,0
Août	842	8	26	0,9
Septembre	102 (1)	11	8	9,7

(1) Dont 6 chrysalides et 4 chenilles en diapause seulement après le 15.

Nous avons même recensé 9 chenilles en diapause sur les 39 qui ont tissé leur cocon du 1 au 10 juillet 1949 à Labatut (Landes), mais l'année d'après, il n'y en avait plus qu'une sur 111.

DICKSON (1949) a publié en Amérique une étude d'ensemble sur les conditions de l'entrée en diapause, mettant au premier plan le rôle du photopériodisme. En effet pour la température de 24° C, à l'obscurité continue, 1,9 p. 100 seulement des chenilles entrent en diapause. Au fur et à mesure que la durée de l'éclairement augmente, le pourcentage de diapause augmente : 11,0 p. 100 pour 6 heures de lumière sur 24, 67,2 p. 100 pour 9 h, 98,7 p. 100 pour 12 h, 96,6 p. 100 pour 13 h. A partir de ce moment au contraire, le phénomène s'inverse brusquement et la diapause n'intéresse plus, pour 14 h de lumière sur 24, que 3,9 p. 100 des individus et, pour des

durées d'éclairement supérieures, que 0 à 0,7 p. 100. A 26° C les résultats sont analogues mais à 21° C un plus grand nombre de chenilles (14 à 15 p. 100) restent en diapause avec un éclairage ou une obscurité continus.

C'est la durée absolue de la période d'obscurité (11 à 15 h) qui est responsable de ces faits et non le rapport de durée entre les périodes éclairées et les périodes d'obscurité. Les couleurs dont les longueurs d'onde sont les plus basses sont plus actives et l'intensité limite est de 1 bougie mètre environ.

La température a également un rôle. Avec un éclairage de 12 h sur 24, inducteur de la diapause entre 21 et 26° C, comme on vient de le voir (92,6 p. 100 à 98,7 p. 100 de diapause), celle-ci ne touche que 2,4 p. 100 et 1,4 p. 100 des chenilles élevées à 12° C ou 30° C. (Mais les premières peuvent présenter un arrêt de développement cessant lors du retour des conditions plus favorables).

Une basse température (2° C) pendant la période d'obscurité, augmente au contraire le taux de diapause, de 0 à 52,6 p. 100 pour 18 heures de jour, et de 80,9 à 100 p. 100 pour 6 heures de jour.

A l'appui des conclusions de Dickson, nous pouvons citer un de nos essais : nous avons effectué un essai d'élevage des œufs et larves en température alternée, un jour à 5° C et un jour à 20° C. Les chenilles élevées à 20° C provenant d'œufs pondus le 31 juillet et le 4 août, éclos le 6 août et le 12 août, se sont toutes développées sans diapause. Au contraire, parmi celles élevées à températures alternées, les unes provenant d'œufs pondus le 31 juillet et éclos le 14 août ne sont pas entrées en diapause, alors que les autres provenant d'œufs pondus le 4 août et éclos le 17, l'ont toutes subie. Ce n'est pas le traitement thermique qui a induit la diapause, mais le photopériodisme après l'éclosion. Seul, le second groupe l'a subie car l'incubation a été ralentie et reportée après la date critique. En effet, dans les autres élevages de la même étuve, les larves nées après cette date sont toutes entrées en diapause.

Cependant, d'autres faits viennent en contradiction avec les hypothèses de Dickson. Chaudhry a obtenu une proportion importante de diapausants dans les élevages conduits à l'obscurité totale, sauf à 29° C : 71 p. 100 à 19° C, 53 p. 100 à 24° C. Nous en avons aussi observé, en éclairage continu à 26° C, conditions particulièrement peu inductrices de diapause d'après Dickson.

D'autres facteurs, en particulier les facteurs alimentaires, ajoutent leur action à ceux mis en évidence par Dickson. Nous les étudierons dans le chapitre consacré à l'action des facteurs biotiques.

En conclusion, la diapause des chenilles de *G. molesta* peut être induite par la conjonction de plusieurs facteurs abiotiques, dans des limites assez restreintes :

— exposition chaque jour à des périodes d'obscurité comprises entre 11 et 18 heures, à condition que la température soit supérieure à 12° C ou inférieure à 30° C.

— exposition la nuit à la température de 2° C. Cet état de choses favorise l'adaptation du cycle évolutif aux conditions extérieures. En effet, le photopériodisme entraine d'une part l'entrée en diapause avant la disparition des ressources alimentaires et d'autre part, la date de l'arrêt de développement peut être retardée ou avancée selon que les conditions sont défavorables ou favorables à l'Insecte.

Nous devons noter également l'importance de facteurs extrinsèques dans le mécanisme de déclenchement de la diapause qui apparait sous la dépendance de l'ambiance et du climat. Cela rappelle les conclusions de Mlle Cousin (1937) sur la provocation de la diapause par des conditions de vie éloignées de l'optimum pour l'insecte considéré.

C — INFLUENCE DES FACTEURS ALIMENTAIRES SUR LE CYCLE VITAL

Après l'étude des facteurs abiotiques, nous commençons celle des facteurs biotiques par l'étude des facteurs alimentaires. Ceux-ci jouent en effet un rôle d'autant plus important que *G. molesta* est un insecte polyphage, se nourrissant de plantes variées, et sur celles-ci, d'organes variés. (Tableau 19).

TABLEAU 19

Plantes attaquées par Grapholitha molesta.
(*Lorsque le nom d'auteur n'est pas indiqué, il s'agit d'observations personnelles*)

	en conditions naturelles		en élevage seulement
	pousses	fruits	
Pêcher	+	+	Kaki (d'ap. CHANDLEUR 1930 et MACKIE 1944)
Amandier	+	+ (d'ap. HECKE 1917)	Grenade (d'ap. MACKIE 1930)
Cerisier	+	+ (id.)	Raisin (d'ap. MACKIE 1944 et BESSON & SCALA 1946)
Prunier	+	+ (d'ap. STEARNS et NEISWANDER 1930)	Jujube (d'ap. MACKIE 1944)
Prunier japonais	+	+	
Poirier de Chine		+ (d'ap. HARUKAWA 1925)	
Poirier		−	
Cognassier		+	
Abricotier	+	−	
Pommier	+ rarement	+	
Néflier		+	
Laurier Cerise	+		
Néflier du Japon		+ (d'ap. MACKIE 1944)	
Cotoneaster		+ (id.)	
Photinia		+ (id.)	
Rosier	+ (d'ap. STEARNS et NEISWANDER 1930)		
Eugenia myrianthes	+ (d'ap. HAIWARD 1941)		

La polyphagie naturelle de la chenille est limitée à la famille des Rosacées (à l'exception d'*Eugenia myrianthes* attaqué en Argentine). Mais il faut remarquer que dans cette famille, elle attaque des fruits et des pousses de composition et de consistance très variée et que son cycle vital en est naturellement affecté. Nous reporterons au chapitre consacré à l'éthologie, la question de la pénétration des jeunes chenilles à l'intérieur des organes végétaux d'où elles tirent leur nourriture, et étudierons ici l'influence du régime alimentaire sur des chenilles déjà pénétrées, au point de vue de la durée du cycle, de la survie, de la croissance et de la diapause.

I. — Influence des facteurs alimentaires sur la durée du cycle

Le travail a été conduit dans une chambre étuve réglée à 26° C, où l'hygrométrie était maintenue au dessus de 80 p. 100. L'éclairage continu, était assuré par

des tubes à fluorescence. Les Pousses et les Fruits expérimentés étaient disposés sur une couche de sable, dans des récipients ouverts, les évasions étant évitées en installant l'ensemble du dispositif au milieu d'un récipient plus grand rempli d'eau. Les cocons étaient recueillis dans du carton ondulé (fig. 7 et 8). Les cocons étaient gardés dans la même étuve jusqu'à l'obtention des papillons. Les résultats obtenus sur la durée de la période d'alimentation et sur la durée du stade cocon, des chenilles sans diapause seulement pour ce dernier, sont consignés dans le Tableau 20.

TABLEAU 20

Durée du cycle vital de G. molesta *nourrie sur différentes espèces de pousses ou fruits à 26° C (en jours)*

Nature de la nourriture	État végétatif	Durée de la vie larvaire		Durée du stade cocon	
		Durée	Écart type	Durée	Écart type
I. Pousses					
Pêcher	*a*) pousses tendres	11,6	2,0	11,0	1,2
	b) pousses aoûtées	13,1	2,2	10,9	1,4
Laurier cerise		11,3	1,3	12,0	1,1
Prunier japonais....	pousses tendres	11,7	1,2	11,0	1,0
II. Feuilles					
Laurier cerise		11,7	1,8	12,7	1,6
III. Fruits					
Pêches	*a*) fruits verts	13,1	1,8	11,3	1,6
	b) fruits mûrissants	13,0	1,5	12,6	3,1
Pommes	*a*) fruits verts	17,9	3,1	12,4	1,5
	b) fruits mûrissants	15,9	3,6	11,8	1,4
Poires	*a*) fruits verts	18,1	4,7		
	b) fruits mûrissants	14,9	2,5	12,4	1,9
Prunes	fruits mûrissants	17,1	3,0		

Nous joindrons à ces résultats la comparaison, obtenue dans des conditions différentes, de la durée de vie sur pousses de Pommier, d'Abricotier et de Pêcher.

Compte tenu des écarts de distribution, il n'apparaît pas, de l'examen des tableaux 20 et 21, de différences importantes dans la durée du stade cocon, pour des insectes ne présentant pas de diapause, quelle que soit la nourriture offerte à la chenille. Ce stade apparait cependant un peu plus court avec les pousses et les pêches vertes.

TABLEAU 21

Durée du cycle vital de G. molesta *sur pousses de Pommier et d'Abricotier (en jours)*

Nature de l'aliment	Durée de la vie larvaire		Durée du stade cocon	
	à 23°C	Conditions naturelles	à 23°C	Conditions naturelles
Pousses de Pêcher	12,3	12,5	14,3	12,0
Pousses de Pommier	13,6		14,0	
Pousses d'Abricotier		12,5		11,5

FIG. 7. — *Dispositif expérimental pour l'étude de l'alimentation de la Tordeuse du Pêcher sur pousses* (Photo CHABOUSSOU).

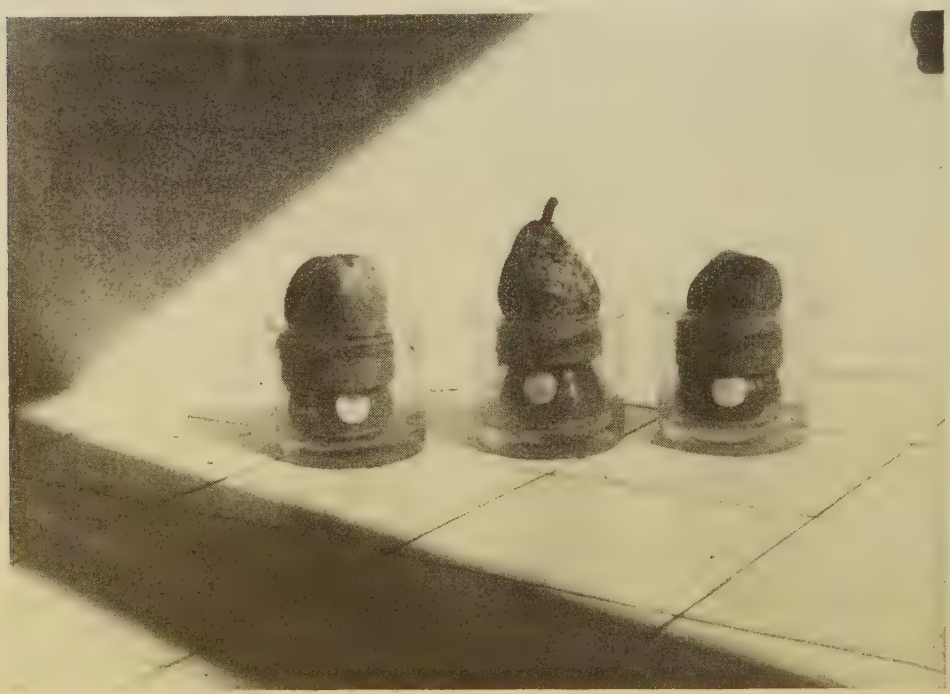


FIG. 8. — *Dispositif expérimental pour l'étude de l'alimentation de la Tordeuse du Pêcher sur fruits* — (Photo CHABOUSSOU).

La durée de la période d'alimentation au contraire est nettement raccourcie pour les insectes nourris de pousses. Ensuite viennent les Pêches, puis les Pomacées approchant de leur maturité, enfin les Pomacées encore loin de leur maturité, et les Prunes qui, ailleurs, ne font partie ni les unes ni les autres du régime normal de *G. molesta*.

Dans les conditions naturelles par conséquent, la durée du cycle s'accroît, toutes autres conditions étant supposées égales, de juin à septembre, alors que l'Insecte attaque successivement les Pousses de Pêcher, les Pêches à partir de la fin de juillet et les Pomacées à partir de la fin d'août.

Cet allongement du cycle est d'autant plus général, que les chenilles se nourrissant aux dépens de pousses aoûtées peuvent être également retardées. Mais il faut noter à ce sujet que pour des chenilles, placées sur des pousses laissées sur les Pêchers penpendant 8 jours avant d'être coupées et mises en observation en laboratoire, la vie larvaire s'est prolongée respectivement pendant 14,0 jours et 14,2 jours selon que les pousses étaient tendres en aoûtées. Les différences plus importantes notées dans l'élevage en étuve peuvent être attribuée en partie à la moins bonne conservation des pousses aoûtées. D'ailleurs, dans ces conditions, une partie des chenilles terminent leur nutrition à l'extérieur, en rongeant l'épiderme, et passent alors de 16 à 19 jours à 26° C avant de tisser leur cocon.

II. — Influence des facteurs alimentaires sur la survie des Chenilles

Dans l'étude de la mortalité à l'intérieur des fruits ou pousses, des chenilles pénétrées, nous nous heurtons à trois difficultés.

— D'abord la difficulté de repérer avec certitude les pénétrations sur les fruits, particulièrement sur les Pêches, la dissection ultérieure du fruit pouvant négliger certains débuts d'attaques avortés et entraîner une perte de chenilles.

— Ensuite l'évasion des chenilles au moment de former leur cocon. Nous y avons paré en plaçant les fruits ou pousses à l'intérieur d'un récipient rempli d'eau, mais il est certain que quelques évasions restent encore possibles.

— Enfin la détérioration de la nourriture, surtout marquée pour les fruits mûrs et en particulier les Pêches. Le remplacement des fruits ou pousses en cours d'élevage est alors nécessaire mais conduit à une nouvelle cause de mortalité.

On risque par conséquent de sous-évaluer à la fois le nombre initial de chenilles et également le nombre final de chrysalides. Le pourcentage donné doit donc se rapprocher de la réalité mais n'est pas parfaitement comparable selon la nourriture expérimentée, les Pêches mûres offrant le maximum de difficultés. (Tableau 22).

Ici, les différences deviennent très importantes. La survie est la meilleure sur les pousses tendres de Pêcher. Les Pommes vertes ou mûres assurant un pourcentage de survie inférieur, mais voisin de 70 p. 100.

Les poires et les Pêches viennent seulement après, mais il faut noter, que proches de leur maturité, ces fruits s'abiment beaucoup plus vite ce qui entraine une mortalité supérieure. De toutes façons, la survie sur Pêches et Poires vertes n'est que de l'ordre de 40 p. 100, voisin de celle observée sur pousses aoûtées.

Stearns et Neiswander (1930) ont d'ailleurs donné des chiffres analogues bien que nettement inférieurs sur les Poires (12 p. 100) et notent une corrélation étroite (— 0,80) entre la dureté des fruits et le pourcentage de survie. Cela apparait net-

tement à ce qui se passe sur Pêches et Poires vertes et pousses aoûtées, les Pommes vertes étant comparativement moins dures que ces deux derniers fruits.

TABLEAU 22

Pourcentage de larves de G. molesta *nourries de fruits ou de pousses variés ayant donné des cocons*

Nature de la nourriture	État végétatif	Pourcentage de cocons formés à 26°C
I. Pousses		
Pêcher	*a*) Pousses tendres	77 %
	b) Pousses aoûtées	45
Laurier-Cerise	Pousses tendres	70
Prunier japonnais	Pousses tendres	33
II. Feuilles		
Pêchers		0
Laurier- Cerise		61
III. Fruits		
Pêche	*a*) Pêche verte	37
	b) Pêche mûre	54
Pomme	*a*) Pomme verte	70
	b) Pomme mûre	68
Poire	*a*) Poire verte	42
	b) Poire mûre	58

N. B. Dans l'expérience à 23 °C comparant les pousses de Pommier et de Pêcher, les pourcentages de survie ont été respectivement de 62 et 67 %.

TABLEAU 23

Attaques avortées sur les pousses

Grande Ferrade 1956		Grande Ferrade 1957		Haute Barde 1957	
Période de ramassage	Pourcentage	Période de ramassage	Pourcentage	Période de ramassage	Pourcentage
		4-13 mai	11 %	4-14 mai	10 %
		14-24 mai	33	14-21 mai	30
		25 mai-3 juin	56	—	—
9-23 juin	22 %	14-22 juin	38	—	—
24-29 juin	18	23-28 juin	21	—	—
30 juin-5 juillet	22	29 juin-3 juillet	44	30 juin-9 juillet	52
6-13 juillet	16	4-15 juillet	44	10-16 juillet	46
14-23 juillet	31	16-23 juillet	35	17-24 juillet	28
24-31 juillet	33	24-30 juillet	35	25 juillet-1er août	21
		31 juillet-6 août	36	1-8 août	17
		6-13 août	44	9-14 août	24
14-24 août	44	14-20 août	44	15-24 août	38
25-30 août	44	21-27 août	41	25-31 août	51
31 août-4 septembre	44	28 août-14 septembre	86	21 août-6 septembre	53
5-11 septembre	55			7-14 septembre	55
12-18 septembre	60			15-20 septembre	65
19-25 septembre	76			21-26 septembre	100
Total de l'année	31	Total de l'année	41	Total de l'année	32

Nous voyons encore, au sujet de la survie, les conditions devenir moins favorables pour l'Insecte lorsqu'il ne trouve plus de pousses tendres à miner. Cependant, pour ceux qui peuvent passer sur des Pommes, les conditions de multiplication redeviennent meilleures, une plus grande partie des chenilles arrivant alors à leur complet développement.

Dans les conditions naturelles, il existe d'autres facteurs de mortalité pendant le développement larvaire en particulier la sécrétion de gomme par les pousses de Pêcher et les Pêches vertes. Cette sécrétion est responsable de l'avortement d'un certain nombre d'attaques. Nous donnons au tableau 23 la proportion d'attaques avortées sur Pousses au cours de la saison. Nous noterons à ce sujet qu'elle est souvent aussi élevée en juin, alors que les pousses sont tendres, qu'au début de l'aoûtement. La mortalité due à la gomme est donc aussi importante que celle occasionnée par la lignification mise en évidence au tableau 22.

Par ailleurs, sur des arbres où nous avions déposé 50 chenilles le 15 juillet, 44 ont pénétré, mais nous avons retrouvé seulement au moment de la chrysalidation 17 attaques poursuivies jusqu'au bout contre 27 dégâts arrêtés par la gomme.

III. — Influence des facteurs alimentaires sur la croissance des Chenilles

Les chenilles nourries sur fruits sont plus grosses et donnent des papillons de plus grande taille que celles nourries sur pousses. A titre d'exemple nous donnons

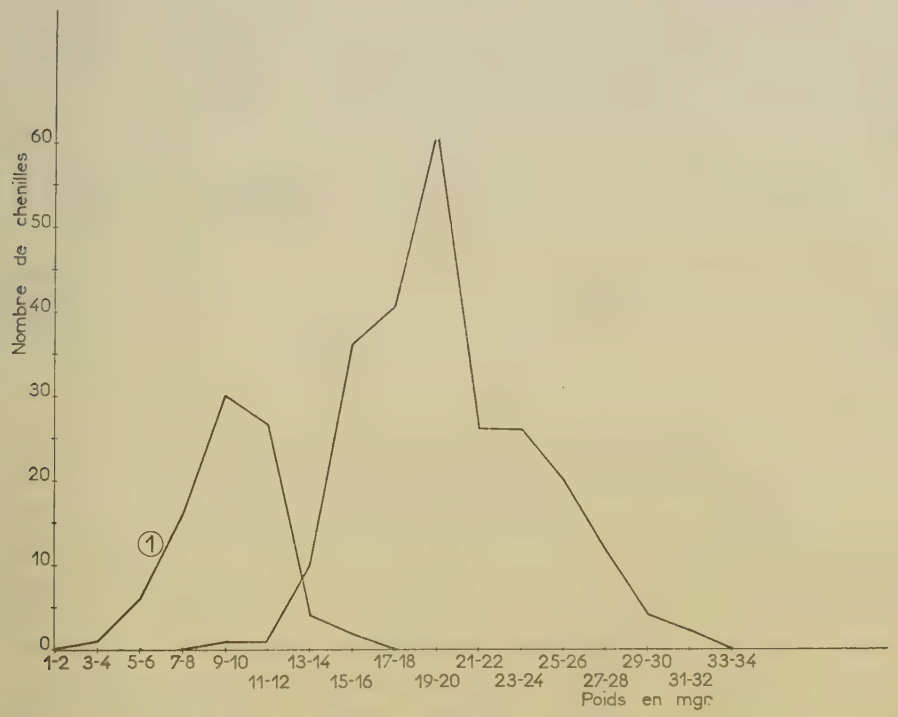


Fig. 9. — *Poids des chenilles de* G. molesta *nourries sur Pousses et sur Pêches*
courbe n° 1 : chenilles nourries sur pousses de pêcher.
courbe n° 2 : chenilles nourries sur Pêches.

dans la figure 9, les courbes représentant le poids atteint, après la filature du cocon, par des chenilles nourries sur Pousses de Pêcher et sur Pêches.

Entre les Pêches jaunes et les Pêches blanches au contraire, il n'y a pas eu de différences significatives, les poids moyens atteints par les chenilles étant respectivement de 18,4 mg et de 19,0 mg, alors que les écarts types étaient de 4,28 et 4,40.

IV. — Influence des facteurs alimentaires sur la diapause

Dans la nature, les dates d'apparition de la diapause sont à peu près indépendantes de l'alimentation. En 1950, la période où on rencontrait en même temps et en quantité appréciable, des diapausants et non diapausants, s'est étendue du 28 août au 14 septembre, que les chenilles soient nourries de Pêches, de Poires, de Pommes ou de Pousses de Pêcher. Mais il faut noter que ces différents fruits ou pousses sont rarement attaqués à la même période de l'année et alors cette période se situe au moment de l'entrée généralisée en diapause. Ce n'est qu'en élevage, dans des conditions artificielles que l'on peut étudier l'influence de l'alimentation sur la diapause.

1° Influence de l'alimentation sur l'entrée en diapause

Nous avons élevé les chenilles sur fruits et sur pousses dans des conditions ne devant pas, d'après Dickson, favoriser la diapause : température, hygrométrie et éclairement constant (26° C, 80-100 p. 100 d'hygrométrie relative, éclairage continu obtenu à l'aide de tubes fluorescents).

Nous donnons dans le tableau 24 le pourcentage de chenilles entrant en diapause, selon la nourriture et également selon l'époque les pourcentages ayant varié au cours de la saison.

TABLEAU 24

Pourcentage d'entrées en diapause des chenilles de G. molesta *selon l'alimentation*

Date d'éclosion	Pousses Pêcher	Pommes	Pêches	Poires	Pousses Laurier cerise
7 - 12 juillet	0	84	72	83	10
15 - 23 juillet	0	80			
30 juillet - 4 août	0	69	63	54	
11 - 21 août	0	66		34	
2 - 10 septembre	5	62		53	
19 - 26 septembre	19	67			
30 sept. - 5 octobre	26	80			
8 oct. - 4 novembre	14	100			

La prise de nourriture sur fruit est donc responsable de l'entrée en diapause précoce d'un nombre élevé d'individus. Le passage sur fruit des insectes est donc une cause importante d'arrêt dans l'accroissement saisonnier des populations, l'action inductrice de diapause s'ajoutant à la moins grande rapidité de développement et à l'accroissement de la mortalité.

Les chiffres globaux donnés dans le tableau 24 doivent être complétés et précisés en tenant compte de l'état végétatif des pousses ou fruits présentés.

Dans la première partie de l'année, aucune diapause n'a été observée parmi les chenilles nourries sur Pousses de Pêcher, que celles-ci soient tendres ou aoûtées. Ce

n'est donc pas la lignification progressive qui est responsable de l'accroissement de la diapause notée à partir de septembre, mais certainement une variation de la composition chimique des pousses. Sur Pêches également les pourcentages de diapause sont égaux (68 p. 100 et 69 p. 100) selon que les chenilles avaient à leur disposition des fruits verts ou des fruits mûrs.

Sur Poires, peu d'insectes sont capables de poursuivre leur développement jusqu'à la nymphose à l'intérieur de fruits verts. 8 sur 9 de ceux qui l'ont achevé sont entrés en diapause au lieu de 43 sur 65 (soit 66 p. 100) de ceux qui se sont nourris à la même époque de fruits plus précoces.

Sur Pommes enfin, les pourcentages d'entrée en diapause ont été très variables.

En juillet et août, les chenilles élevées sur des Pommes récoltées à la date de cueillette normale ont présenté une tendance à entrer en diapause inférieure à celle des chenilles élevées sur Pommes cueillies prématurément : 33 p. 100 seulement des chenilles écloses le 23 juillet sont entrées en diapause dans ces conditions au lieu de 80 p. 100 et 50 p. 100 le 19 août au lieu de 88 p. 100. En septembre-octobre, on ne remarque plus cette différence, ce qui s'explique fort bien, la date de cueillette étant alors beaucoup plus éloignée de la date de maturité.

Nous avons élevé du 30 juillet au 16 octobre des chenilles sur une même variété : la Rose de Benauge, récoltée le 10 octobre. Les pourcentages d'entrée en diapause ont été les suivants (Tableau 25).

TABLEAU 25

Pourcentage d'entrée en diapause des chenilles de G. molesta *nourries sur Rose de Benauge*

Date d'éclosion	Pourcentage de diapause	Date d'éclosion	Pourcentage de diapause
30 juillet	75	22 - 23 septembre	57
4 août	67	25 septembre	81
11 août	91	30 septembre	75
8 septembre	63	3 octobre	78
19 septembre	41	9 - 16 octobre	100

Une autre variété : la Transparente de Croncels, récoltée le 20 août a été utilisée 3 fois. Les pourcentages d'entrée en diapause ont été de 67 p. 100 le 30 juillet, 62 p. 100 le 4 août et de 67 p. 100 le 11 août soit à peu près constants.

En ce qui concerne l'essai sur Rose de Benauge ; il est à noter que la remontée des pourcentages d'entrée en diapause correspond à la remontée observée également sur les Pousses de Pêcher.

Enfin, nous n'avons pas observé de différence entre des chenilles ayant vécu dans des galeries sous la peau jusqu'au 12e jour et celles s'étant enfoncées plus rapidement à l'intérieur du fruit (78 p. 100 et 80 p. 100 respectivement). Cela élimine l'action indirecte de l'éclairement, les chenilles vivant en profondeur recevant évidemment moins de lumière que celles des pousses. D'ailleurs, même en admettant cela, il n'y avait aucun photoriodisme, l'éclairage étant resté constant et, d'après Dickson, l'absence complète de lumière n'est pas plus inductrice de diapause que l'éclairage continu.

Nous avons effectué quelques essais d'alimentation croisée sur Pousses de Pêcher

et sur Pomme Rose de Benauge. Malheureusement, ces essais eurent lieu en septembre alors que la différence entre Pousses et Fruits était moins nette.

Deux séries d'expériences ont été effectuées, l'une en changeant les chenilles au bout de 1 à 3 jours, l'autre au bout de 5-6 jours. Les résultats sont donnés par le Tableau 26.

TABLEAU 26

Influence de l'alimentation des premiers âges sur la diapause de G. molesta
(*pourcentages d'entrée en diapause*)

Date de changement de nourriture	Pousses puis Pommes	Pommes puis Pousses	Pousses	Pommes
au bout de 5 - 6 jours	60 %	17 %	18 %	71 %
au bout de 1 à 3 jours...	37 %	23 %	24 %	63 %

L'influence de la nourriture lors des derniers âges parait prépondérante puisqu'il n'y a aucune différence entre les chenilles ayant vécu sur pousses depuis l'éclosion et celles s'étant antérieurement nourries de Pommes.

Dans le cas contraire, lorsque les chenilles passent des Pousses aux Pommes, les pourcentages d'entrée en diapause sont intermédiaires entre ceux des chenilles des Pousses et ceux des chenilles des Pommes.

De toutes façons, la période sensible pour l'influence de l'alimentation sur la diapause n'est pas la même que pour le photopériodisme. DICKSON indique en effet que c'est au début de sa vie larvaire que l'Insecte est surtout sensible à ce stimulus.

L'influence de l'alimentation sur la diapause d'insectes phytophages a été remarquée par plusieurs auteurs, dont on trouvera la liste dans le traité de LEEDS (1955) sur la diapause des arthropodes. Souvent elle est déclenchée par une nourriture insuffisante (KEVAN 1944 — LEEDS 1953), d'autre fois par la dessiccation de l'aliment (SQUIRE 1939 — STRELNIKOV 1936). Ces explications ne peuvent pas s'appliquer au cas de *G. molesta* ; d'une part, cette dernière vit parfaitement sur les fruits responsables de son entrée en diapause, et y atteint même un poids plus élevé que sur pousses, et d'autre part, les fruits renferment plus d'eau que les pousses.

Au contraire, un cas qui se rapproche beaucoup de celui de *G. molesta* est celui de *Euproctis phaeorrhaea* L. cité par GRISON (1947), dont les chenilles se développent sans diapause, nourries avec de jeunes feuilles de Pommier. Or, ces dernières sont des organes en croissance active comme les pousses de Pêcher et doivent renfermer des éléments qui manquent dans les organes plus âgés.

Chez un insecte très voisin : le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) GAMBARO a remarqué que les chenilles nourries sur des fruits de maturité précoce entrent plus tôt en diapause que sur des fruits tardifs. D'autre part, les chenilles nourries de pommes cueillies en juin, mais conservées au froid, n'interrompent pas leur développement (c'est d'ailleurs l'alimentation que donnait DICKSON aux chenilles de *G. molesta* et *L. pomonella* dans ses essais sur le photopériodisme) HERIOT et WADDELL (1942) ont obtenu des interruptions de développement avec les chenilles nourries de pousses et non avec celles nourries de pépins immatures.

Cependant, un autre Tortricide : *Polychrosis botrana* SCHIFF. ne montre pas d'aptitude différente à la diapause, qu'il soit nourri de grains mûrs ou non (KOMAROVA 1949).

En conclusion, dans le cas de *G. molesta*, l'influence de l'alimentation sur la diapause est donc susceptible d'entraver le développement lorsque l'Insecte n'a plus de pousses à sa disposition et en particulier de lui interdire une multiplication active en verger de Pomacées. Elle peut lui permettre aussi éventuellement de survivre lors d'un aoûtement trop précoce dans un verger de fruits cueillis avant la fin d'août, une proportion notable des chenilles nourries sur Pêcher pouvant entrer prématurément en diapause et assurer ainsi l'hibernation.

2° Incidence de l'alimentation sur la durée de la diapause

Dans les conditions naturelles, les dates de sortie des insectes provenant de chenilles ayant subi différents régimes alimentaires, sont peu variables, l'action des facteurs climatiques réactivants regroupant les émergences. En 1950, les papillons issus des pousses sont sortis du 10 au 26 mai (moyenne 17 mai) ceux issus des fruits du 22 avril au 5 juin (moyenne 18 mai). En 1951, les émergences des insectes nourris sur Poires se sont échelonnées du 17 mai au 27 juin (moyenne 27 mai), celles des insectes nourris sur Pêches, du 14 mai au 14 juin (moyenne 22 mai). Ces différences ne sont aucunement significatives.

En élevage à température constante, nous éliminons le facteur d'homogénéisation dû à la réactivation. Cependant, là encore les écarts sont peu importants.

TABLEAU 26

Influence de l'alimentation sur la durée de la diapause. Pourcentage de chenilles ayant un stade cocon d'une durée donnée à 26°C

	Juillet et août			Octobre	
	Pomme	Pêche	Poire	Pomme	Pousse
15 jours à 1 mois	16 %	22 %	18 %	12 %	6 %
1-2 mois	53	45	55	41	20
2-3 mois	20	22	20	26	47
Plus de 4 mois	11	11	7	21	27

L'alimentation ne peut donc pas être directement responsable de la durée de la diapause. Pour le Carpocapse au contraire, il semblerait que les dates d'émergence printanière varient selon la nourriture, plus précoces sur les Abricots que sur les Pommes (Bovey 1949), mais plus tardives sur les Poires (Armstrong 1946) et les Noix (Pussard 1931), mais il peut s'agir d'une sélection des lignées les plus capables de vivre sur ces plantes, alors que les chenilles de Tordeuse du Pêcher sur lesquelles nous avons expérimenté, avaient toutes la même origine.

D — RÔLE DU PARASITISME DANS LA LIMITATION DES POPULATIONS NATURELLES

Après avoir étudié les facteurs physiques (abiotiques) et alimentaires, nous allons envisager maintenant le rôle du facteur parasitisme sur les populations. Nous distinguerons d'une part : le parasitisme naturel, existant indépendamment de l'in-

tervention de l'homme et l'utilisation aux fins de lutte biologique d'insectes d'autre part.

I. — Le parasitisme naturel

Avant de signaler le rôle des parasites dans le Sud-Ouest de la France, nous ferons le bilan général de la situation dans les différentes contrées infestées par *Grapholitha molesta*.

1° — Le parasitisme dans le monde

a) *Dans l'Asie orientale* — (Mandchourie, Corée et Japon, probable patrie d'origine de l'insecte).

Le parasitisme naturel atteint un niveau particulièrement élevé. Les pourcentages de parasitisme larvaire notées par Haeussler 1940 en Corée, s'échelonnent *entre* 48 *et* 69 *p.* 100 *en juin*, seule saison prospectée. Au Japon les variations sont plus importantes selon les localités : parfois, surtout dans le Nord, le parasitisme est presque nul ; à Kiou-Siou, en face de la Corée, on note au contraire 46,8 p. 100 et 67,9 p. 100 de parasitisme. Le parasitisme est généralement élevé au pourtour de la Mer intérieure, mais est inférieur à 10 p. 100 dans presque toute la région de Tokyo, à l'exception de la préfecture de Saïtana (23,7 p. 100 en juin). Le parasitisme nymphal est lui aussi important et atteint 78 p. 100 dans une localité du Centre.

Le nombre d'espèces parasites est considérable : 85 espèces d'hyménoptères et 3 de diptères, s'attaquant aux œufs, aux chenilles et aux cocons.

Parmi les ennemis des *chenilles* les plus importants, signalons : *Inareolata molestae* Uchida, qui représente 62,4 p. 100 du total des parasites observés, surtout répandu en Corée, à Kiou-Siou et autour de la Mer intérieure, *Macrocentrus thoracicus* Nees (7,7 p. 100 du total), *Apanteles taragamae* Vier (7,5 p. 100) plus fréquent dans la région de Tokyo, *Phanerotoma grapholitae* Mues, *Cremastus flavorbitalis* Germ, *Apanteles molestae* Mues, *Bassus diversus* Mues et 15 autres espèces dont 3 n'ont été trouvées qu'une seule fois.

Parmi les 38 *parasites des cocons*, 15 espèces n'ont été rencontrées qu'exceptionnellement. Trois sont surtout des parasites secondaires et 4 autres attaquent aussi souvent les chrysalides que leurs parasites, en particulier *Eurytoma appendigaster* Swed, répandu dans tout le Japon et la Corée et également aux U. S. A. et en Europe, et *Eupelmus formosae* Ashm. Des 16 espéces restantes, certaines sont parfois secondaires, mais exceptionnellement, et d'autres recontrées toujours comme parasites primaires peuvent être parasites secondaires en élevage. Les espèces jouant un rôle important sont surtout : *Phaeogenes haeussleri* Uchida, un *Ephialtes*, *Cryptus suzukii* Mats, 2 espèces de *Calliephialtes*, *Tetrastichus ilseni* Germ, *Itoplectus epinotiae* Uchida et une espèce de *Haltichella*.

Le parasite des œufs est *Trichogramma minutum* Riley qui se rencontre partout dans le monde.

b) *En Australie*

Après l'Asie orientale, l'Australie est la deuxième région où la Tordeuse du Pêcher s'est installée, sa présence remontant au moins à 1909. En 1939 Helson signale 9 parasites dont 5 assez fréquents dans la Vallée de Goulburn au Victoria et

à Sydney en Nouvelles Galles du Sud. Le plus important est le *Pteromalidae, Dibrachys boucheanus* Ratz., espèce cosmopolite attaquant jusqu'à 90 p. 100 des hibernants. Toutefois, cet insecte agit également comme hyperparasite notamment vis à vis de *Chromocryptus antipodialis* Ashm et de *Macrocentrus ancylivorus* Roh.

Sont également importants en Victoria *Chromocryptus antipoliadis* Ashm. et en Nouvelles Galles du Sud : *Anthrocaphalus pomonellae* Cam., *Gambus stokesi* Cam. et *Perisierola angulata* Mues. De ces cinq parasites, seul *C. antipodialis* attaque la larve avant le tissage du cocon.

c) *En Amérique du Nord*

Aux Etats-Unis d'Amérique où la Tordeuse du Pêcher existe depuis 1915, plusieurs hyménoptères se sont révélés aptes à parasiter les différents stades de ce ravageur.

En 1930, Haeussler a dénombré 56 parasites primaires et 8 parasites secondaires en provenance des Etats Atlantiques et de la région du lac Ontario, région alors atteinte par l'extension de *Grapolitha molesta*. Parmi ces nombreux insectes, la plupart ont un rôle très restreint. A Riverton dans le New Jersey, sur 100 larves parasitées, vivant dans les pousses, plus de 91 le sont par *Macrocentrus ancylivorus* Roh., 8 par *Cremastus minor* Cush, *Macrocentrus delicatus* Cress, *Cremastus forbesii* Weed et *Glypta rufiscutellaris* Cress et 1 seulement par 8 autres espèces ; le parasitisme total dépasse largement 50 p. 100.

Dans les fruits, les principaux parasites étaient *Phanerotoma tibialis* Hald et *Glypta rufiscutellaris* Cress, mais le parasitisme total reste inférieur à 50 p. 100. La prédominance de *Macrocentrus ancylivorus* Roh. se retrouve jusque dans le Connecticut, mais le taux total de parasitisme y est moins important (Garman 1940). Dans la région du lac Ontario, le principal ennemi de la Tordeuse du Pêcher est le *Glypta rufiscutellaris* Cress. (Daniel, Cox et Crawford — 1933). Cet insecte et *Cremastus minor* Cush, ont parasité dans le district de Niagara, de 16 à 51 p. 100 des chenilles selon les années. *Glypta rufiscutellaris* était connu en particulier comme parasite d'*Epiblema strenuana*, chenille vivant sur l'Armoise et *Epiblema otiosana* qui se nourrit de *Bidens* (Bobb 1942), plantes adventices fréquentes dans les vergers, et *Macrocentrus ancylivorus* Roh. comme parasite de la Tordeuse du Fraisier (*Ancylis comptana*) (Fink 1926). Aux Etats-Unis par conséquent, plusieurs insectes indigènes, vivant aux dépens des chenilles d'espèces variées, sont devenus des facteurs limitatifs importants à la multiplication de *Grapholitha molesta* le principal d'entre eux étant le *Macrocentrus ancylivorus* Roh.

d) *En Amérique du Sud*

C'est beaucoup plus tard, en 1931, que la Tordeuse du Pêcher fut importée en Argentine. Cependant, elle y possède tout de même des parasites d'origine locale. Lopez Cristobal (1936-1939-1941) cite 7 espèces locales et indique que le parasitisme total peut atteindre 40 p. 100 à La Plata et 20 p. 100 à Parana. Hayward (1941) au contraire n'a pas trouvé de parasites dans la province du Tucuman.

e) *En Europe*

Depuis son introduction en Europe, on a signalé de nombreux parasites indigènes de la Tordeuse du Pêcher, mais leur importance a été variable selon les régions con-

sidérées. En 1932, HAEUSSLER a établi l'inventaire des parasites dans la région de la Côte d'Azur française et de la Ligurie italienne. Il a trouvé, comme partout un *Trichogramma* parasite des œufs, ici le *T. euproctidis* GIR. Vingt espèces vivent aux dépens des chenilles, mais aucune n'exerce une action importante, le taux de parasitisme moyen étant de 2,4 p. 100 en 1930 et 1,8 p. 100 en 1931, avec un maximum de 6 p. 100 pour la localité la plus favorable. Les plus répandues sont : *Ascogaster quadridentatus* WESM, qui pond dans l'œuf de son hôte, *Pristomerus vulnerator* PANZ, *Pseudoperichaeta insidiosa* RA, et *Trichomma enecator*. ROS.

Treize autres parasitent 20 p. 100 environ des cocons, mais appartiennent à des espèces souvent hyperparasites : *Itoplectis alternans* GRAV, *Ephialtes examinator* F., *Dibrachys affinis* MASI, *Hockeria bispinosa* F., *Hemiteles areator* PANZ. et *Eurytoma appendigaster* SWED.

En Emilie, GRANDI (1937) donne une liste de 15 espèces sans indiquer leur importance écologique. A part *Pristomerus vulnerator*, la plus importante, et *Trichomma enecator* ROS., il s'agit d'espèces différentes de celles signalées par HAEUSSLER.

En Toscane, MELIS (1936) indique que l'action des divers parasites locaux est assez faible mais peut-être pas négligeable, en particulier : la *Tachinidae* : *Ptychomyia selecta* MEIGEN, en juin.

En Suisse où l'introduction est pourtant plus récente (1936 au Tessin, 1937 dans la région de Lausanne) un parasite local, le *Lissonota buolianae* HART a pris un rôle prépondérant dans l'équilibre biologique dans la région lémanique (BAGGIOLINI 1952). En 1951, 82 p. 100 des chenilles hibernantes furent parasitées par cet insecte connu seulement comme parasite d'un Tortricide des conifères : *Evetria buoliana*, et l'année suivante, les dégâts sur Pêches furent nettement diminués.

Ce tour d'horizon nous a montré, sur sa vaste aire de distribution, la Tordeuse du Pêcher parasitée par un grand nombre d'insectes. Qu'en est-il dans le Sud-Ouest, objet de notre étude ?

2° LE PARASITISME NATUREL DANS LE SUD-OUEST

En Aquitaine, le taux total du parasitisme a toujours été relativement faible et son importance écologique assez limitée. A l'exception des mois de juin et juillet 1949 à Labatut (Landes), le parasitisme n'a jamais touché plus de 10 p. 100 des insectes et est d'ailleurs souvent fort en dessous de ce taux :

TABLEAU 27

Taux total *du parasitisme chez* G. molesta

		Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Printemps
Labatut	1949	18,6	18,0	5,6	0		
	1951	5,5	9,1	1,5	1,2		
Grande Ferrade	1953	0	1,1	5,1	0		
	1956	0	5,3	2,3	1,7	8,8	9,5
	1957	0	2,7	1,5	0	0	

En 1950 à Labatut, on n'a obtenu qu'un parasite (*Pseudoperichacta insidiosa*) pour 114 papillons.

Parmi les chenilles capturées à la fin de septembre 1954 et mises en étuve, 11 ont donné des parasites (9 *Ascogaster* et 2 *Pseudoperichaeta*), et 243 des papillons. Le parasitisme a donc atteint 4,3 p. 100 seulement pour l'ensemble octobre-printemps.

Ce parasitisme si peu important en pourcentage est pourtant le fait de 10 espèces dont les plus abondantes étaient : *Ascogaster quadridentatus* Wesn, *Pristomerus vulnerator* Panz et surtout d'un Diptère *Pseudopericheata insidiosa* Rd. (18 sur 49 en 1956).

Les autres parasites (1), sont :

Agrypon anxium Warm.

Epiurus elegans Woldst.

Eubazidion extensor L.

Lissonota transversa Bridg.

Macrocentrus dorsalis Spin.

Meteorus du groupe *Ictericus* Panz.

et un Chalcidien non encore déterminé. Ces insectes n'ont été récoltés qu'en un à trois exemplaires, à Labatut, sauf le Chalcidien qui a été observé au Pont-de-la-Maye, seulement en 1955 et 1956. Nous noterons que parmi eux se trouve *Lissonota transversa* qui joue un rôle très important dans la région lémanique et n'a été trouvé que sous forme d'exemplaire unique en Aquitaine. Il faut en conclure qu'il ne trouve probablement pas dans le Sud-Ouest les hôtes alternatifs lui permettant de se multiplier suffisamment.

Notons que les deux principaux parasites hyménoptères de la Tordeuse du Pêcher : *Ascogaster quadridentatus* et *Pristomerus vulnerator* sont des parasites beaucoup plus fréquents du Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.).

Les œufs ont été trouvés parasités par un *Trichogramma* en septembre au Pont-de-la-Maye. Jusqu'à 20 p. 100 d'entre eux contenaient des larves, nymphes et adultes non éclos de ces insectes, sur les Poires Beurré Clairgeau.

Le parasitisme naturel dans les deux régions prospectées est donc très faible. On peut y joindre une maladie d'origine cryptogamique, responsable d'une mortalité importante dans les pousses en 1952, année au mois de septembre particulièrement froid et humide.

II. — L'emploi du *Macroncentrus Ancyllivorus* dans la lutte biologique

Dans la lutte biologique contre les Tordeuses du Pêcher, un important effort d'acclimatation fut effectué aux Etats-Unis (Allen, Holloway et Haeussler, 1940), où plus de 20 espèces furent essayées. Peu à peu, l'utilisation de parasites étrangers fut abandonnée pour concentrer les efforts sur la propagation de quelques espèces indigènes : *Macrocentrus ancylivorus* et *delicatus*, *Glypta rufiscutellaris*, *Trichogramma minutum*. Parmi ceux-ci, seul le premier s'est révélé d'une certaine importance et a joué parfois un rôle économique satisfaisant.

(1) Nous remercions M. Granger pour la détermination des hyménoptères et notre collègue J. d'Aguilar pour celle de *P. insidiosa*.

1° Essais antérieurs d'utilisation de *MACROCENTUS ANCYLIVORUS* Roh

Dans son aire d'origine, *Macrocentrus ancylivorus* est le principal ennemi de la Tordeuse du Pêcher. De 1916 à 1928, il a parasité entre 41 et 55 p. 100 des larves vivant sur les pousses (moyennes 48 p. 100), 28 p. 100 des chenilles trouvées dans les pêches (mais souvent elles commencent leur évolution sur pousses), mais Haeussler (1932) n'a trouvé que 2 *Macrocentrus* sur 949 Tordeuses provenant de Coings.

Un taux élevé de parasitisme en seconde génération (génération vivant sur les pousses), diminue l'attaque ultérieure sur fruits. D'après Allen (1943), les dégats qui étaient de 20 p. 100 pour des taux de parasitisme inférieurs à 40 p. 100 tombent à 16 p. 100 pour 40-60 p. 100 de parasitisme, à 10 p. 100 pour 60-80 p. 100, et à 8 p. 100 pour un taux de parasitisme supérieur à 80 p. 100.

En l'absence d'autres méthodes de lutte contre la Tordeuse du Pêcher, il paraît intéressant de répandre ce parasite. Aussi, des essais d'acclimatation se sont succédés en Amérique, en Australie, en Italie et en France. A noter que ces tentatives eurent surtout lieu avant la découverte des insecticides synthétiques de contact alors que les méthodes chimiques de protection étaient à peu près inopérantes.

Daniel (1932 et 1933) a effectué des lâchers dans la région du lac Ontario. Ayant renouvelé les apports d'insectes pendant toute la durée de ses travaux, il n'est pas possible de connaitre l'efficacité de lâchers opérés une fois pour toutes. Le comptage des fruits véreux donne bien 15 p. 100 et 13 p. 100 de dégâts seulement alors que l'année précédente (1929) ils atteignaient 60 p. 100 de la récolte En 1928 toutefois, ils étaient de 15 p. 100 seulement. Les taux de parasitisme étant restés au dessous de 25 p. 100, il semble, d'après les données d'Allen, qu'ils étaient insuffisants pour montrer une influence importante sur l'état sanitaire de la récolte.

En Ohio, Neiswander (1936) signale une bonne implantation dans le nord près du lac Erié. De 4 p. 100 avant les lâchers, la parasitisme total oscille ensuite entre 57 et 79 p. 100, 95 p. 100 des parasites étant des *M. ancylivorus*. Au mois de juillet, (pendant la deuxième génération) et dans les trois premières années après les lâchers, le parasitisme fut respectivement de 71, 87 et 91 p. 100, donc efficace pour la protection des fruits. Des comptages indiquent d'ailleurs que le pourcentage d'attaque sur fruits à diminué corrélativement. Dans le sud de l'Etat, où le parasitisme naturel par d'autres insectes était plus important, *M. ancylivorus* n'a pas pris d'importance prédominante et le taux global de parasitisme a beaucoup moins augmenté.

Au Connecticut, (Garman 1940) où *Macrocentrus ancylivorus* existe, des lâchers l'année précédente font passer le parasitisme seulement de 4,7 à 11,7 p. 100.

En Australie, il n'y eut aucune reprise de *M. ancylivorus* dès l'année suivant le lâcher, ce qui est dû probablement, d'après Helson (1947) aux sorties prématurées à l'automne des hibernants.

M. ancylivorus fut aussi lâché en Italie (Grandi-1937) et en France (Allen et Haeussler 1932), mais les auteurs n'ont pas pu fournir de données au sujet de l'implantation du parasite après l'hiver.

A ces données assez divergentes sur l'utilisation de *M. ancylivorus*, nous pouvons ajouter certains renseignements récents sur l'état actuel de la question dans sa région d'origine : le New Jersey. Brunson (1953) indique en effet dans un article sur les méthodes de lutte chimique, que la Tordeuse du Pêcher détruit de 58 à 124 pousses par arbre et infeste de 4 à 70 p. 100 (23 p. 100 en moyenne) des pêches Elberta. Ceci

semble indiquer que, même dans sa région d'origine, *M. ancylivorus* est un facteur de réduction de pullulation insuffisant, comparé aux méthodes chimiques actuellement disponibles.

D'ailleurs, BRUNSON et ALLEN (1954) proposent d'employer conjointement les lâchers du parasite et les traitements, en recommençant chaque année. La multiplication naturelle de *M. ancylivorus* parait donc insuffisante pour réduire le pourcentage de dégâts sur Pêches, compatible avec les exigences de la culture intensive.

2° LACHERS DE MACROCENTRUS ANCYLIVORUS DANS LE SUD-OUEST

Nous avons effectué deux séries de lâchers de *M. ancylivorus*. D'abord en 1951 dans le Béarn et la Chalosse et dans la région bordelaise, ensuite en 1954 et 1955 uniquement dans la région bordelaise. (1).

a) *Lâchers au Béarn et en Chalosse*

Nous avons lâché, les 27 juin et 26 juillet 1951, dans un verger de Pêchers de Labatut (Landes), et dans une pépinière à Salies de Béarn (Basses-Pyrénées) 3 200 *Macrocentrus* directement reçus d'Amérique. Le lâcher a été effectué en laissant les pupes dans des boites placées à l'intérieur des vergers ou pépinières, les insectes s'échappant au fur et à mesure de leur émergence. Un contrôle nous ayant par ailleurs indiqué que le pourcentage d'émergence était de 30 p. 100, on peut donc considérer avoir disséminé un millier d'insectes.

De prélèvements effectués l'année même à Salies, aucun *Macrocentrus* n'est sorti des 30 cocons tissés avant le 2 août, alors qu'émergeaient 30 papillons. Toutefois des 36 cocons tissés du 6 au 24 août, nous avons recueilli 17 papillons, 2 *Pristomerus vulnerator* et 8 *Macrocentrus*, 9 chenilles étant mortes.

Nous pouvons considérer que les *Macrocentrus* nés dans nos élevages provenaient de pontes déposées à partir du deuxième lâcher, effectué lors de la troisième génération de chenilles, le premier lâcher situé lors des pontes de deuxième génération ayant rencontré des conditions de pullulation déficientes.

Dans le verger de Labatut, l'aoûtement a rapidement éliminé les attaques sur pousses. Sur 17 cocons, 5 ont donné des *Macrocentrus*, 5 des papillons et il y eut 7 morts. Le parasite s'était donc bien installé, d'autant plus qu'on peut imputer à son actif une partie des morts supplémentaires, mais l'année suivante il n'a pas pu être retrouvé.

b) *Lâchers à la Grande Ferrade*

En 1951, furent lâchés du 28 au 31 juillet, environ 1000 *Macrocentrus*. Nous verrons dans la deuxième partie de ce travail que les attaques sur pousses ne sont devenues abondantes que tard en saison, et il n'a pas pu être fait de prélèvements avant septembre. On a pu retrouver alors l'insecte dans 1,2 p. 100 des 80 cocons obtenus avant le début de la diapause et dans 4 p. 100 des hibernants. Parmi ceux-ci cependant, nous avons retrouvé 5 pupes mortes et un seul adulte sortait le 28 avril.

En 1952 et 1953, l'Insecte ne fut pas repris. Nous avons entrepris ensuite de

(1) Les insectes nous ont été fournis en 1951 grâce au concours du Commonwealth Institute of Biological control, en 1954 par le laboratoire du Comité européen de lutte biologique et en 1955 par la Station de Zoologie agricole de Provence. Nous sommes heureux de remercier tous ces organismes.

nouveaux lâchers : 400 femelles fécondées dans une pépinière en 1954, 1 000 et 700 dans deux autres en 1955. Quelques lâchers effectués en verger ne furent pas suivis par suite de l'aoûtement rapide des bois.

En 1955, nous avons retrouvé 5 *Macrocentrus* parmi les 108 papillons sortis des prélèvements effectués dans la pépinière où les lâchers furent effectués en 1954. Mais en 1956, 133 papillons furent obtenus sans un seul *M. ancylivorus*. En conclusion, on peut donc affirmer que les essais d'implantation n'ont pas été suivis de succès.

c) *Discussion sur les probabilités d'implantation de M. ancylivorus*

L'échec des deux séries de lâchers, effectués sur une petite échelle ne permet pas de conclure quant à l'impossibilité de l'acclimatation dans l'avenir. Nous désirons simplement attirer l'attention sur les conditions nécessaires pour que l'Insecte puisse prospérer et s'établir dans notre faune.

Rappelons qu'il s'agit d'un insecte pour qui la reproduction sexuée est de règle et dont les femelles non fécondées donnent naissance uniquement à des mâles. La présence d'une population assez abondante en toute saison est donc nécessaire pour permettre la rencontre des sexes.

Pendant les deuxième et troisième générations de Tordeuse du Pêcher, le nombre de chenilles vivant dans les pousses est toujours suffisant pour fournir les hôtes nécessaires au parasite. Par contre, au début du printemps, la génération issue des hibernants est parfois très faible, tandis qu'en automne, la plupart des chenilles se trouvent dans les fruits où elles sont à l'abri de *M. ancylivorus*.

Il est donc utile de considérer les possibilités de survie du *Macrocentrus* pendant ces deux périodes, les froids hivernaux ne devant pas constituer un obstacle, le thermomètre descendant beaucoup plus bas dans sa patrie d'origine qu'en France.

Dans la deuxième partie de notre de travail, nous passerons en revue les caractéristiques des pullulations printanières et automnales de la Tordeuse du Pêcher. Précisons seulement ici : d'une part, que la plus grande partie du stock hivernant provient des chenilles nourries sur fruits et ne peut donc assurer le maintien du parasite pendant l'hiver : et d'autre part, que les chenilles restent souvent très disséminées au printemps, d'avril à juillet.

Il serait donc nécessaire au *M. ancylivorus* de trouver des hôtes alternatifs pour se maintenir pendant ces périodes défavorables.

Aux États-Unis, Allen (1945) estime que la principale source de *Macrocentrus* hibernants est constituée par les Ronces et les Framboisiers. Ces Rosacées spontanées recèlent en effet davantage de chenilles d'*Ancylis comptana*, hôte primaire du *Macrocentrus*, que le Fraisier (2 000 pour 100 pieds carrés pour le Framboisier, 1 000 pour la Ronce sauvage et seulement 50 à 100 pour le Fraisier), et sur lesquelles cette chenille est plus parasitée par le *Macrocentrus*. Par ailleurs, les essais de Piper et Driggers (1934) et de Bobb (1942), pour trouver un hôte alternatif abondant parmi les chenilles de plantes adventices des vergers, ont échoué. (Au contraire, *Glypta rufiscutellaris* *M. delicatus* se retrouvent en nombre abondant dans les chenilles de l'*Epiblema strenuana* Walk, ravageur de l'Armoise).

Pour assurer l'établissement rapide des populations printanières, il faudrait : soit l'existence d'importantes populations d'*Ancylis comptana*, soit la présence d'un hôte alternatif abondant pour *M. ancylivorus* dans la faune locale.

Actuellement, l'une et l'autre de ces éventualités restent très aléatoires. Pour l'instant, dans le Sud-Ouest de la France, aucun parasite n'est suffisamment abondant pour modifier de façon appréciable la pullulation de *G. molesta*.

E — LES FACTEURS ETHOLOGIQUES ; LEUR INFLUENCE SUR LA MULTIPLICATION DE L'ESPÈCE ET LEUR UTILISATION POUR L'ÉTUDE DES POPULATIONS

Le comportement des stades actifs : papillons et chenilles, peut intervenir dans la multiplication de l'espèce : heure déterminée de l'activité mettant ainsi l'Insecte en présence de conditions d'ambiance particulières ; comportement de pénétration permettant ou non l'utilisation de certains organes pour l'alimentation par exemple. De plus, pour étudier les populations, on peut avoir recours aux tactismes. C'est dans ce double but que nous présentons ici une étude sur certains aspects du comportement des papillons et chenilles de *Grapholitha. molesta*.

I. — Le Papillon

Nous étudierons successivement l'émergence, l'activité, les tactismes, l'accouplement et la ponte.

1° L'ÉMERGENCE

La chrysalide, immobile jusqu'au moment de l'émergence, perce le cocon et rampe vers l'extérieur avant le dégagement du papillon. La reptation de la chrysalide et l'émergence proprement dite se suivent dans un délai de moins d'une heure. Ces opérations peuvent se déclencher aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière, mais celle-ci les favorise comme l'indique le tableau 28.

TABLEAU 28

Influence de la lumière sur l'émergence de G. molesta *(à 26° C en hygrométrie saturante)*

	Émergences entre 17 h. et 9 h. (en 16 h.)	Émergences entre 9 et 17 h. (en 8 h.)	Rapport des taux d'émergence horaire
Éclairage continu.....	60	39	56 %
Obscurité continue	53	33	55 %
Lumière de 9 h. à 17 h.....	24	24	67 %
Lumière entre 17 h. et 9 h...	42	8	28 %

Les deux expériences avec éclairement discontinu montrent nettement une tendance accrue à l'émergence de l'ordre de 2 contre 1 pendant la période éclairée par rapport aux deux témoins pour lesquels le taux d'émergence horaire varie peu avec l'heure.

Smith et Summers 1948, indiquent qu'en insectarium, les papillons quittent la dépouille chrysalidale de 7 à 11 heures du matin.

2° L'activité

a) *Le rythme nycthéméral*

L'activité du papillon se présente sous plusieurs aspects : le vol, l'attirance due aux différents tactismes, en particulier alimentaires, et le dépôt des œufs. Götz (1941) travaillant sur les Tordeuses de la grappe, distingue les vols d'accouplement, les vols de nutrition et les vols d'exercice, pour lesquels les conditions d'ambiance nécessaires ne sont pas les mêmes. Parmi ceux-ci, seul le vol de nutrition peut être décelé par les piégeages alimentaires.

Fig. 10. — *Pot piège utilisé pour la capture des papillons de* G. molesta (photo Chaboussou).

Il peut paraître séduisant de prendre comme critère de l'activité le dépôt des œufs. Mais ceux-ci sont très dispersés et l'étude de la ponte ne peut être effectuée qu'en cage, ce qui introduit deux causes de pertubation : d'abord les amplitudes des variations thermiques et surtout hygrométriques sont atténuées, ensuite la luminosité est diminuée.

Dans ces conditions cependant Stearns et Neiswander (1930) ont observé que 55 p. 100 des œufs sont déposés entre 19 et 20 heures et 90 p. 100 entre 18 et

21 heures. Entre ces deux dernières heures, il capture d'autre part 93 p. 100 du total des papillons. Il y a donc coïncidence dans le temps entre l'activité de vol de nutrition et l'activité de ponte.

Smith et Summers (1948) ont confirmés ces données pour la Californie.

Nous avons donc étudié l'activité des papillons en utilisant le critère le plus pratique et qui déforme le moins les conditions extérieures : le piégeage (fig 10).

Nous avons rassemblé dans le tableau 29 les résultats de piégeage pour différentes dates échelonnées au cours de la période d'activité de l'insecte.

TABLEAU 29

Heure *de vol des adultes de* G. molesta. *Pourcentage de captures par heure*

	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22	Heure du coucher du soleil
16-20 avril	26	33	23	18					Vers 18 h 40
19-21 mai		3	23	26	48				19 h 30
20-21 juin				28	48	17	7		19 h 55
20 juillet				15	65	8	12		19 h 45
5 septembre				50	20	30			18 h 30
17-19 septembre			11	87					17 h 55
28-29 septembre			41	59					17 h 35
4-5 octobre		5	2	93					17 h 20

Par rapport au coucher du soleil, les captures de papillons dans les pièges commencent une heure et demie avant et se terminent une heure et demie après environ. Toutefois, il y a exception au printemps où l'activité est beaucoup plus précoce et peut débuter trois heures avant le coucher du soleil.

L'heure d'activité étant déterminée par la durée du jour, les insectes volent seulement lorsque les conditions météorologiques varient entre certaines limites. Les captures ont été effectuées à des hygrométries supérieures à 50 p. 100 de la saturation (80 p. 100 en moyenne), à l'exception du 2 juillet 1949 où elle a varié entre 30 et 60 p. 100 durant la période crépusculaire et où de nombreux papillons furent cependant recueillis dans les pièges. L'hygrométrie ne parait donc pas être un facteur limitant de l'activité ; si celle-ci se déroule lorsqu'elle est élevée cela tient à la coïncidence entre la période crépusculaire et la remontée du degré hygrométrique.

Nous avons capturé, lors de nos essais de détermination de l'heure du vol de 1949, des papillons entre 26° C et 15° C, mais 80 p. 100 des captures furent effectuées entre 17°C et 23°C, 15 p. 100 au-dessus de 23°C et 5 p. 100 au-dessous de 17°C. Comme pour l'hygrométrie, il est probable que la température maximale est en relation avec la chute thermique normale au coucher du soleil, puisque le 12 juillet, toutes les captures eurent lieu entre 26 et 21°C. D'ailleurs Smith et Summers en Californie obtiennent, pour des températures crépusculaires de 22°5 à 33°C, de pontes abondantes, beaucoup plus élevées que celles observées en Aquitaine en été.

Au contraire, la température de 15°C semble être un seuil inférieur. La limite d'activité est placée vers 16°C par Peterson et Haeussler (1930), Smith et Summers (1948), Stearns et Neiswander (1930), Seul Cagle (1930) la reporte à 13°C.

Durant les soirs à température crépusculaire inférieure à 15°C, les captures sont

exceptionnelles en été, mais au printemps et surtout tard en automne, où l'activité est plus précoce, on enregistre des prises certains jours où le thermomètre n'atteint pas ce seuil. Par exemple : les 5, 6 et 7 octobre 1956, le maximum thermique était de 15,4°C, les températures crépusculaires de 12°5C, cependant 5 papillons furent capturés dans nos pièges et 2 furent même pris le 26 où la température n'a pas dépassé 10,7°C.

L'expérimentation à l'extérieur, en cages formées par 4 faces de toile de nylon

FIG. 11. — *Dispositif utilisé pour l'étude des tactismes alimentaires des papillons de* G. molesta (photo CHABOUSSOU).

et une face vitrée (fig. 11) ne permet pas de mettre en évidence de différences dans le nombre de captures entre les périodes : 9 h à 17 h et 17 h à 9 h. Durant ces deux périodes en effet, le même nombre de papillons se noie dans les pièges ; or la première dure 8 h et la seconde présente environ 7 h de lumière en y comprenant le crépuscule. Nous devons attribuer cette différence entre le comportement en liberté et en cage, à l'écran opposé par la toile et la vitre aux échanges avec l'atmosphère ambiant et à la pénétration des rayons lumineux.

En conditions artificielles : pièce à 26°, humidité entre 80 et 100 p. 100, éclairage

assuré par des tubes fluorescents, nous avons expérimenté : l'éclairage constant, l'obscurité continue assurée par l'adjonction d'une cache en rhodoïd noir, et l'éclairage discontinu. Dans tous les cas, nous avons capturé en moyenne chaque jour de 28 à 30 p. 100 de l'effectif vivant, mais il faut observer que l'éclairage utilisé donnait une lumière beaucoup moins intense que la luminosité existant normalement dehors au moment de l'activité des papillons. Cet essai a cependant permis d'éliminer le rôle des variations brusques de température et d'hygrométrie dans le déterminisme de l'activité des papillons, et laisse donc prévoir l'influence prépondérante des variations de l'intensité lumineuse.

b) *Les déplacements des papillons*

Yetter et Steiner (1932) ont suivi les déplacements des adultes par marquage et captures. Ils ont mis en évidence des déplacements parfois importants, atteignant près de 2 km et de façon courante des déplacements de 500 m puisque 36 p. 100 des papillons lâchés à cette distance d'un verger-piège ont été repris. Les vols de cette amplitude peuvent être accomplis durant les deux premiers jours de la vie imaginale. Les déplacements moyens sont de 157 mètres pour les femelles et 140 pour les mâles. Les vents faibles n'entravent pas ces mouvements qui ont alors lieu contre leur direction, mais les vents forts les réduisent.

Nous verrons, lors de l'étude des populations dans les vergers de Poiriers que ces déplacements sont à l'origine des pullulations dans ce milieu, où le cycle des générations ne peut pas se poursuivre durant toute la saison.

c) *Strate végétale fréquentée par les papillons*

L'observation directe indique que les papillons volent à la limite supérieure des arbres ou des plants du verger ou de la pépinière. Le piégeage le confirme d'ailleurs. Peterson, (1926-2) indique avoir capturé 39 papillons par pot à 75 cm du sol, 70 à 1,20 m, 160 à 1,65 m, 429 à 2,10 m, 816 à 2,70 m.

Cependant, au cours de deux essais que nous avons effectués : l'un en comparant des pots placés à 1,50 et à 2 m, l'autre en comparant des pots placés à 1,50 m et 2,50 m, nous avons obtenu des différences beaucoup plus faibles ou même nulles.

1950 — captures à 1 m 50 : 359
captures à 2 m : 502, soit X 1,4
1951 — captures à 1 m 50 : 342
captures à 2 m 50 : 344, soit équivalentes.

Il est vrai qu'il s'agissait d'arbres de petit développement ne dépassant pas 2 m 50, et que les pots étaient disposés le long des allées, donc facilement accessibles pour les papillons venus du sommet des arbres voisins.

D'ailleurs, une autre confirmation est apportée par l'étude des populations en pépinières. Malgré des captures importantes, indicatrices d'une population nombreuse, les plants greffés en pied l'année précédente et n'atteignant pas 50 cm de haut fin mai, ne sont pratiquement pas attaqués (0,3 pousse attaquée par plant en pépinière, 4,6 en verger).

3° Le chimiotactisme

Nous distinguerons le chimiotactisme alimentaire et l'attraction sexuelle. Le premier est à la base du piégeage, d'abord expérimenté en Amérique comme méthode de lutte, puis utilisé pour fournir un indice de présence ou d'abondance en vue de l'établissements d'avertissements agricoles. Aussi a t-il été l'objet de nombreuses études en particulier de la part des auteurs américains : Bobb (1938), Frost (1926 à 1935), Vetter et Peterson (1925 à 1927), Vetter (1930 à 1932), Vetter et Brunson (1946). Ils ont d'une part essayé différents produits attractifs et d'autre part, mis au point les modalités d'utilisation.

a) *Les produits attractifs*

Plusieurs groupes de produits ont été utilisés par les auteurs précédents :

1 — des jus sucrés en fermentation : sirop, miel, jus de fruits ;
2 — des mélasses et des appâts non fermentés avec antiseptique (arsenite de soude, benzoate de soude) ;
3 — des acides : acides succinique, oléique, linoléique, acétique ;
4 — des esters : acétate de terpényl, d'amyl, cinnamate de benzyl et méthyl, phtalate de diéthyl ;
5 — des huiles essentielles : étalool, linalool, safrol, anéthol, géraniol, eugénol, citral.

Les classifications d'efficacité de ces différents produits sont très variables, les produits complexes donnant souvent de meilleurs résultats que leurs composants. Nous avons essayé nous-mêmes quelques produits :

1 — un jus mélassé à 1/8, additionné de 1 cc d'acétate de terpényl ;
2 — un jus mélassé à 1/8, additionné de 1 cc d'anéthol ;
3 — un jus mélassé à 1/8, additionné de 1 cc de safrol ;
4 — de la lie de vin à 1/8, appât employé alors pour les avertissements agricoles des Tordeuses de la Grappe ;
5 — un jus de poire à 36° Baumé et non désacidifié, employé dans 20 parties d'eau ;

TABLEAU 30

Captures ramenées à 100 pour l'appât mélasse-acétate de terpényl

	Mélasse anéthol	Mélasse safrol	Lie de vin	Jus de poire	Jus de poire acétate de terpényl	Miel
Grande Ferrade 1946			80			
Grande Ferrade 1947			78			
Grande Ferrade 1948			67			
Labatut 1949			40			
Grande Ferrade 1949			72			
Labatut 1950	82		52	83		
Labatut 1951	143	107		173	184	
Grande Ferrade 1951				110		
Labatut 1952				87		73
Moyenne	112		64	114		

6 — le même appât additionné de 1 cc d'acétate de terpényl ;

7 — le miel dilué.

A part l'insuffisance d'attractivité de la lie de vin, les autres produits ont une action à peu près équivalente d'autant plus qu'au cours de la même année, leur classement respectif a varié selon les mois. (Tableau 31).

TABLEAU 31

Piégeage dans quatres groupes de quatre pièges en 1950 *à Labatut* (Landes)

	Mélasse-acétate de terpényl	Mélasse anéthol	Lie de vin	Jus de fruits
Mai	13	12	5	8
Juin	79	111	66	133
Juillet	107	59	59	48
Août	69	53	11	50
Septembre } ..... Octobre }	24	26	10	26

Nous disposerons donc de nombreux produits attractifs. Dans la suite de cette étude, nous utiliserons en général l'appât à base d'acétate de térpényl dont l'action ne dépendant pas du déroulement de la fermentation, est moins sujette aux conditions climatiques.

b) *L'âge des papillons capturés*

Wiesmann (1955) critique la méthode du piégeage employé pour l'avertissement agricole contre la Cochylis (*Clysia ambiguella*), en faisant ressortir que l'on capture surtout des papillons ayant pondu, donc sans grand intérêt agricole. Cependant, pour le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.), Bramstedt (1939) note que 43 des 61 femelles piégées avaient les ovaires pleins, et Yetter et Steiner (1932) recapturent un ou deux jours après les avoir lâchés, de nombreux papillons de *G. molesta* n'ayant pas encore pondu.

Parmi 529 papillons piégés au mélange-mélasse-acétate de terpényl, nous avons compté 155 femelles, soit 29 p. 100 (34 p. 100 en juillet, 30 p. 100 en août, 24 p. 100 en septembre). Parmi celles-ci, 48 p. 100 n'avaient pas encore pondu, 22 p. 100 étaient en période de ponte et 30 p. 100 avaient déjà déposé tous leurs œufs ou presque, les proportions restant à peu près constantes au cours de la saison. La majorité des prises concernent donc des insectes jeunes.

Nous avons également testé en cages le tactisme de papillons d'âge différent. (Tableau 32).

TABLEAU 32

Pourcentage de papillons piégés au cours des deux premiers jours d'expérience, à 26° *C en hygrométrie saturante*

Papillons âgés de	0 jour	2 jours	6 jours	8 jours
20 Août	45 %		29 %	52 %
27 Août	61 %	80 %	85 %	

Les papillons répondent donc au chimiotactisme quel que soit leur âge contrairement aux papillons de la Cochylis.

c) *Influence de l'humidité et du feuillage sur le chimiotactisme*

Les piégeages effectués pour connaitre les populations voient leur rendement baisser au moment où le feuillage des arbres est le plus dense, en juillet (voir tableau 42 dans la 2me partie). Il semble y avoir une concurrence d'attirance entre l'apport chimique et le feuillage du Pêcher.

Dans des cages à 4 faces de nylon et une de verre, nous avons étudié en conditions artificielles, l'efficacité du piégeage par le mélange mélasse-acétate de terpényl, en présence ou en absence de pousses et avec des degrés hygrométriques différents. Les résultats, rapportés dans le tableau 33 représentent le pourcentage journalier moyen des papillons capturés par rapport au total vivant le jour considéré.

TABLEAU 33

Concurrence entre les rameaux et les appâts d'acétate de terpényl dans l'attirance des adultes de G. molesta

Température	25° C			
Hygrométrie	75-90 %		40-65 %	
Feuillage	Présent	Absent	Présent	Absent
Pourcentage journalier moyen de captures	9 %	21 %	16 %	32 %

Les captures de papillons sont par conséquent plus abondantes en milieu sec qu'en milieu humide (concurrence de l'hygrotactisme) et en l'absence de feuillage qu'en présence de celui-ci.

Un autre essai effectué dehors, avec des cages dans la couronne d'un arbre, certaines renfermant des rameaux, d'autres non, n'a montré que peu de différences (14 p. 100 et 16 p. 100 de captures), mais dans ce cas, tous les insectes se trouvaient à peu près dans la même ambiance, au milieu du feuillage de l'arbre.

TABLEAU 34

Captures des jours très secs compares aux jours voisins

	Papillons capturés les jours très secs	Moyenne des papillons capturés 2 jours avant et 2 jours après
1er Juillet 1949	40	11,5
4 Septembre 1969	34	4,25
29 Juin 1950	90	45,25

Au contraire, dans des cages renfermant un rameau à feuillage vert, le pourcentage de captures a été de 17 p. 100, comparé à 31 p. 100 si elles renferment un rameau au feuillage jaunissant, les deux groupes d'essais ayant eu lieu à la même époque.

Il est possible d'autre part d'avoir une confirmation de l'importance de l'état hygrométrique de l'air dans l'attraction par les appâts, par le piégeage en verger. Par certains soirs très secs, où le déficit hygrométrique à 20 heures dépassait 14 mm de mercure après une journée très chaude (35°C) et très sèche (déficit hygrométrique de plus de 30 mm de mercure), nous avons observé des captures particulièrement abondantes au milieu de jours à captures nettement moindres.

Or, dans ces conditions, on peut capturer en nombre notable des papillons avec de l'eau pure (eau pure : 1 papillon par piège, appâts : 1,6 le 29 juin 1950), l'hygrotactisme se conjugue alors chimiotactisme pour accroitre le nombre de papillons capturés.

En cage, nous avons essayé en comparaison l'attraction par l'eau pure et par l'appât mélassé à l'acétate de terpényl.

En atmosphère humide, 18 papillons se sont noyés dans l'appât et 5 seulement dans l'eau. En atmosphère sèche, les chiffres ont été de 8 et de 4 et lorsque le choix leur était imposé (un seul récipient par cage) nous avons capturé 6 papillons dans la mélasse et 4 dans l'eau. L'attirance de l'eau pure est donc évidente, mais elle est masquée par le chimiotactisme qui domine nettement surtout en atmosphère humide, cas général au moment de l'activité des insectes dans les conditions extérieures.

d) *L'attraction sexuelle*

L'attraction sexuelle est un cas particulier du chimiotactisme. Elle peut parfois être mise en évidence par le piégeage dans les vergers. 3 femelles écloses du jour furent placées au-dessus du liquide attractif le 2 juillet 1950 : le lendemain, quarante mâles et seulement une femelle se noyèrent dans ce pot alors que le total des insectes ramassés dans neuf autres pots n'atteignait que vingt et un mâles et vingt cinq femelles. Mais cette expérience fut souvent répétée avec des résultats négatifs, les conditions requises doivent être rarement réunies.

Götz (1939) avait remarqué une attirance analogue pour les Tordeuses de la grappe *Polychrosis botrana* et *Clysia ambiguella*. Il a même utilisé ce tactisme comme moyen de lutte et a observé, sous cage, une réduction de la descendance là où les mâles étaient piégés par des pièges appâtés de femelles.

4° Le phototactisme

En expérience de laboratoire, Peterson (1929), Peterson et Haeussler (1928), ont noté l'attraction des papillons par la lumière blanche et par la lumière colorée. En lumière blanche, l'attraction augmente avec l'intensité du courant en employant des lampes de 10 W et de 100 W. En lumière colorée et à intensité égale, le bleu et le violet sont les plus efficaces, l'ultra violet est moins actif.

Les pièges lumineux en lumière blanche se sont montrés insuffisants pour la lutte contre la Tordeuse du Pêcher.

L'utilisation des lampes à vapeur de mercure, préconisée par Bourgogne (1957) pour l'entomologie faunistique, par Geier (1953), par Savary et Baggiolini (1955) pour le piégeage du Carpocapse, nous a conduit à utiliser les lampes mixtes lumière visible UV (type Mazda mixa).

Une comparaison avec les pièges alimentaires a été effectuée dans le jardin

de la Station de Zoologie agricole, la faune de *G. molesta* provenant de 30 pêchers de 9 ans de greffe et des papillons évadés des élevages. (Tableau 35).

TABLEAU 35

Comparaison des captures par pot-piège et par jour entre le piégeage lumineux et le piégeage alimentaire

	Piégeage lumineux	Piégage alimentaire
1 - 10 août	0,2	1,1
11 - 20 août	0	0,8
21 - 31 août	0,3	1,0
1 - 10 sept.....	0,5	1,1
11 - 20 sept.....	1,8	1,0
21 - 30 sept.....	0,7	0,6

Pendant la même période au contraire, les quatre pièges alimentaires n'ont capturé que deux Carpocapses, et le piège lumineux vingt.

Cet essai qui a conduit à rejeter l'emploi du piégeage lumineux comme moyen pratique d'étude des populations de *G. molesta* ne doit pas faire sous-estimer l'importance du phototactisme dans le comportement de l'Insecte. Mais il ne faut pas oublier que la période d'activité de l'Insecte débute largement avant l'obscurité et se prolonge peu aprés, et que pendant ce délai de 2 heures environ, les papillons ne sont sollicités que par le chimiotactisme.

5° L'accouplement

L'accouplement a lieu le soir au moment de l'activité générale de vol et de ponte. Cependant, on peut commencer à l'observer dans les manchons de ponte à partir de 17 heures en été, soit une heure environ avant le début des captures, mais il faut alors tenir compte de la modification de l'ambiance résultant de la présence du grillage de nylon.

Smith et Summers (1948) ont étudié l'âge des papillons et le rythme des accouplements en Californie. Les mâles peuvent copuler à partir du premier jour de l'émergence, mais attendent en général le deuxième ou troisième jour. Mis en présence de 6 femelles pendant une nuit, ils en fécondent une seule au plus, bien que quelques autres déposent un petit nombre d'œufs non viables. Une seule fécondation est suffisante ; les femelles laissées plusieurs jours avec des mâles, ne pondent pas plus que si on ne les laisse que 24 heures. Enfin, les papillons peuvent s'accoupler pendant toute leur vie ; des mâles de 3 à 10 jours peuvent féconder des femelles, et des femelles fécondées au bout de 3 à 10 jours peuvent pondre des œufs viables.

Il en résulte que si les conditions empêchent l'accouplement au moment de l'émergence, tout en épargnant la vie des papillons, ceux-ci sont capables d'assurer la multiplication de l'espèce lorsque les conditions redeviennent favorables.

6° La ponte

Les papillons pondent des œufs isolés sur les feuilles, les fruits ou le bois des arbres. Sur les Pêchers, les œufs sont déposés à la surface des feuilles, tant sur la face

inférieure que sur la face supérieure, ou sur l'écorce, soit écorce verte des rameaux, soit écorce plus âgée aux environs des points de greffage. On n'en trouve pas sur les Pêches.

Sur les Pommiers et sur les Poiriers, on trouve des œufs sur les fruits mais il y en a surtout sur les feuilles, à l'exception des faces inférieures duveteuses du Pommier (en juillet 8 œufs sur 173 sur Pommes, et 17 sur 118 sur Poires, les autres ayant été déposés sur les feuilles).

En élevage, on peut également obtenir la ponte sur du papier, de la cellophane, des vitres de verre ou de rhodoïd, des bouchons de liège, toutes surfaces lisses à la disposition de l'Insecte. Le nombre total d'œufs pondus est cependant inférieur lorsque les papillons ont à leur disposition des Pommiers et des Poiriers au lieu de Pêchers ou de Lauriers-cerises. (Tableau 36)

TABLEAU 36

Ponte par femelle de G. molesta *sur des rameaux de différents arbres*

	Pommier	Poirier	Pêcher	Laurier-Cerise
en étuve	5,2	2,4	19,9	
à	0,5	0,6	—	2,2
26° C	0,9	0,3	—	4,0
en manchons	—	0,2	—	2,0
sur	—	0,8	—	14,5
les arbres	0	0	8,0	9,8

La quantité d'œufs déposée par une femelle dépend des méthodes d'élevage et est plus élevée lorsque l'ambiance se rapproche le plus des conditions naturelles. En insectarium, PETERSON et HAEUSSLER (1930) ont noté des fécondités moyennes de 148 œufs, variant entre 96 et 227 par femelle. Les autres auteurs ont trouvé une fertilité moyenne un peu moindre : pour l'été 48 à 58 selon les générations d'après STEARNS et NEISWANDER (1930), 17 à 66 d'après SNAPP et SWINGLE (1929), les papillons printaniers étant moins fertiles, (21 et 6 œufs en moyenne selon les deux auteurs).

TABLEAU 37

Fécondité de la Tordeuse du Pêcher — Nombre d'œufs pondus par femelle chez G. molesta (d'après CHAUDHRY).

Température d'élevage des papillons	Humidité relative pendant la nymphose		
	100 %	70 %	35 %
19 C°	0 — 0,3 — 0,3	0,5 — 1,0 — 4,3	0 — 0
24 C°	7,5 — 12,7	8,7	6
29 C°	0,3 — 6,2 — 11,3	0 — 3,4 — 9,8	2,2

SMITH et SUMMERS (1948) ont rapporté la fécondité aux conditions thermiques, (températures crépusculaires). Le nombre d'œufs déposés par femelle est de 81 à 22°C en septembre, 43 entre 24 et 26°C en avril-juin, 47 entre 28 et 31°C en juin,

63 à 32°C en juillet et août. CHAUDHRY (1956) ayant noté des fécondités de 35 à 74 œufs par femelle, en laboratoire en été, (0,4 à 9,6 avec les insectes printaniers) a expérimenté dans des conditions contrôlées. Dans toutes les combinaisons utilisées, le dépôt des œufs a été moindre qu'en laboratoire et très variable selon les conditions antérieures d'élevage des chenilles et chrysalides (Tableau 37).

Les valeurs différentes données pour chaque combinaison de température et d'hygrométrie concernent des groupes de papillons dont les œufs, larves et cocons

FIG. 12. — *Manchon de ponte* (photo CHABOUSSOU).

ont été élevés à différentes températures. La trop grande hétérogénéité des résultats ne permet pas de conclure au sujet de l'influence de ces conditions.

Les fécondités moyennes que nous avons obtenues ont toujours été basses :

10,8 œufs par femelle à 26°C pour 75 p. 100 d'hygrométrie relative.

6,7 œufs par femelle à 22°C pour 95 p. 100 d'hygrométrie relative.

8,3 œufs par femelle en manchon de nylon (fig. 12) sur Laurier-cerise en 1957. (5,8 en avril, 8,7 en mai juin, 9,6 en juillet).

13,5 œufs par femelle en manchon, sur Laurier-cerise en 1958 (13,5 en juillet, 11,3 en août, 27,3 en septembre).

8,9 œufs par femelle, en manchon sur Pêcher en 1958 (8,3 en juillet, 7,2 en août, 13,5 en septembre).

Les pontes ont été très irrégulières. Ainsi à 22°C sur 20 cages de ponte groupant

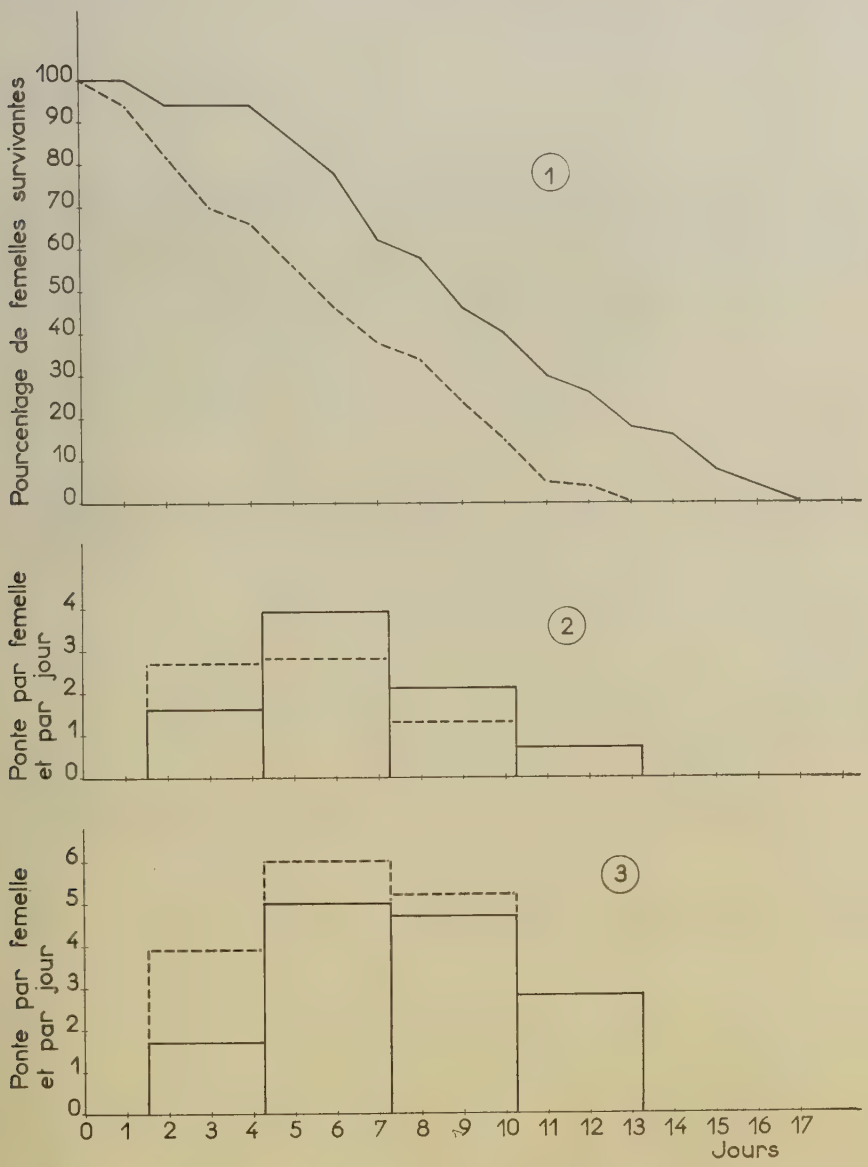


FIG. 13. — *Ponte de* G. molesta *à température constante et en conditions naturelles*

Courbe n° 1 — Pourcentage de femelles survivantes.
Courbe n° 2 — Ponte par femelle en expérience.
Courbe n° 3 — Ponte par femelle survivante au moment du dépôt des œufs.
Trait plein . — Conditions naturelles à la Grande-Ferrade.
Trait interrompu. — A 22°C.

90 femelles, 10 cages groupant 40 femelles n'ont donné aucun œuf, 2 groupant 11 femelles n'ont donné que 6 œufs alors que les 8 autres groupant 39 femelles ont donné 595 œufs, soit 15,3 par femelle.

Toutefois, au dehors, dans les conditions naturelles, la disparité des résultats

est beaucoup moins grande entre les cages : les 63 manchons ont tous donné des œufs et aucun n'a fourni moins d'un œuf par femelle.

Par élevage de femelles isolées, en présence de trois mâles, SMITH et SUMMERS (1948) ont montré qu'un certain pourcentage d'entre elles ne pondent pas, ou pondent quelques œufs infertiles. Ce pourcentage est d'ailleurs variable selon l'origine des insectes : ainsi sur 133 femelles d'une lignée, 17 n'ont pas pondu et 15 n'ont donné que des œufs infertiles, et sur 132 femelles d'une autre lignée les chiffres ont été respectivement 0 et 6.

La différence de fécondité des papillons en conditions contrôlées et naturelles est en relation avec la mortalité plus précoce des premiers. Si on ramène la production totale d'œufs, non à un nombre initial de papillons, mais au nombre de papillons existant le jour du dépôt des œufs, au lieu des chiffres précédents (6,7 œufs

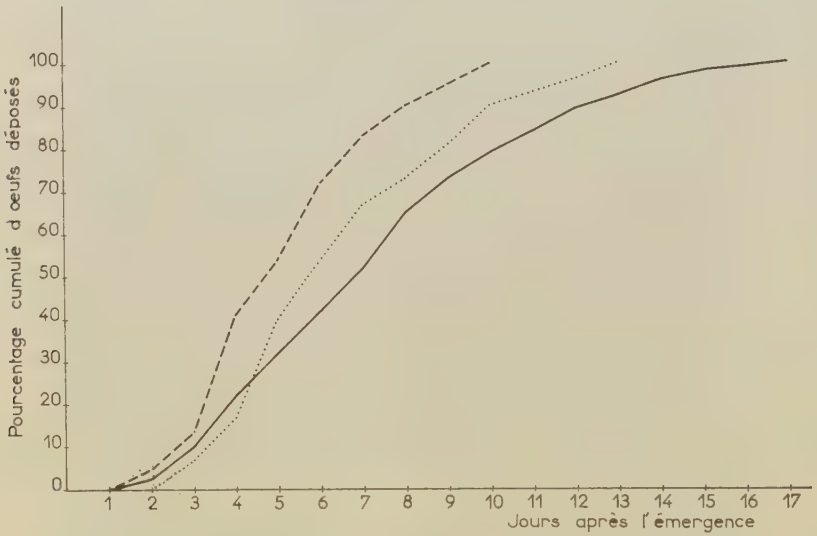


FIG. 14. — *Echelonnement de la ponte durant la vie imaginale de* G. molesta.
Trait plein. — D'après SUMMERS et SMITH.
Trait hachuré. — A 22°C.
Trait pointillé. — Conditions naturelles à la Grande Ferrade.

par femelle à 22°C, 8,3 dehors), nous avons 15,2 œufs par femelle à 22°C et 14,2 en conditions naturelles en 1957 (fig. 13).

Il apparaît nettement que par suite de la mortalité plus rapide des papillons élevés à 22°C, on sous estime la ponte de ceux-ci en prenant comme référence le nombre de femelles mises en expérience.

SMITH et SUMMERS (1948) indiquent que sous les conditions de la Californie, la ponte débute à partir du 2e jour suivant l'émergence et se poursuit pendant une dizaine de jours. Nous comparons dans la figure 14 l'échelonnement du dépôt des œufs d'après les travaux de ces auteurs avec celui de nos essais.

Nous voyons que le dépôt des œufs est échelonné sur une durée plus longue dans les essais de SMITH et SUMMERS et par conséquent les différences de fécondité s'expliquent par la suppression des derniers jours de ponte du fait de la mortalité plus précoce dans nos expériences et en particulier dans celles effectuées en étuve.

De nos essais, et des données fournies par la bibliographie, il semble, malgré la

difficulté d'expérimenter en conditions contrôlées sans diminuer la ponte que les conditions les plus favorables au dépôt des œufs se situent aux alentours de 25°C pour une hygrométrie relative comprise entre 70 et 100 p. 100.

C'est d'ailleurs entre 24°C et 26°C, avec une hygrométrie entre 65 et 75 p. 100 et un éclairage rouge que DANIEL, COX et CRAWFORD (1934) élevaient de la Tordeuse du Pêcher en vue de la production de ces parasites.

II. — La Chenille

1° PÉNÉTRATION DES CHENILLES NÉONATES DANS LES FRUITS ET POUSSES

La jeune chenille après s'être dégagée de l'œuf, se déplace à la surface de la feuille, de la pousse, de la branche ou du fruit. Elle s'arrête lorsqu'elle rencontre un obstacle, insertion, nervure, sépale de l'œil, contact de deux fruits, d'un fruit et d'une feuille, etc... dans nos élevages, contact d'un fruit et du sable sur lequel il repose. Elle tisse alors une petite toile, elle est ainsi fixée. Alors elle commence son forage.

Nous allons passer successivement en revue, la durée de la pénétration, les points de pénétration, l'influence de la température sur la pénétration, le pourcentage de pénétration en fonction de l'organe attaqué.

a) *Durée de pénétration*

La première phase, déplacement jusqu'à la fixation, peut être très courte. Elle est fonction de la proximité d'un obstacle à partir duquel la chenille peut fixer sa toile et de la vitesse de celle-ci. Nous avons mesuré, à 20°C, le temps passé au parcours indiqué sur la figure 15, de chenilles déposées sur une feuille de Pêcher. Elles ont mis respectivement 1, 3, 5, 7 et 7 minutes avant de se fixer et d'entreprendre le forage.

Cette seconde opération est plus longue, il faut attendre une heure et demie à trois heures avant que la chenille soit disparue à l'intérieur de la pousse pour des températures comprises entre 22 et 35°. (A 13°, elles sont encore en partie visibles au bout de 3 heures).

Sur les fruits dont la surface lisse offre moins de prise à la pénétration, le temps passé à l'extérieur est plus long. Dans une pomme lavée une heure après le dépôt des chenilles, 1 sur 10 seulement fut retrouvée après dissection du fruit. On en observe 2 dans une pomme lavée 3 heures après, et 4 et 6 dans deux pommes laissées intactes. L'observation directe des chenilles encore en surface sur des pommes suspendues, en montre 14 en train de se déplacer sur 75 au bout d'une heure, mais seulement 3 au bout de deux heures et 1 au bout de quatre heures. Les chenilles en cours de pénétration ne sont pas possibles à observer, cachées dans l'œil ou à la base du pédoncule (22 en tout ont été retrouvées à la dissection).

On peut donc considérer que les chenilles des pousses ou des pommes sont fixées au bout de moins d'un quart d'heure pour les premières, d'environ une heure pour les secondes et qu'elles ont pénétré dans les trois ou quatre heures suivant leur éclosion.

Nous n'avons pas de données pour les Pêches, mais il est à présumer, vu le trajet

plus long entre le lieu d'éclosion (feuille) et l'endroit de la pénétration (insertion) que la durée du déplacement est plus longue.

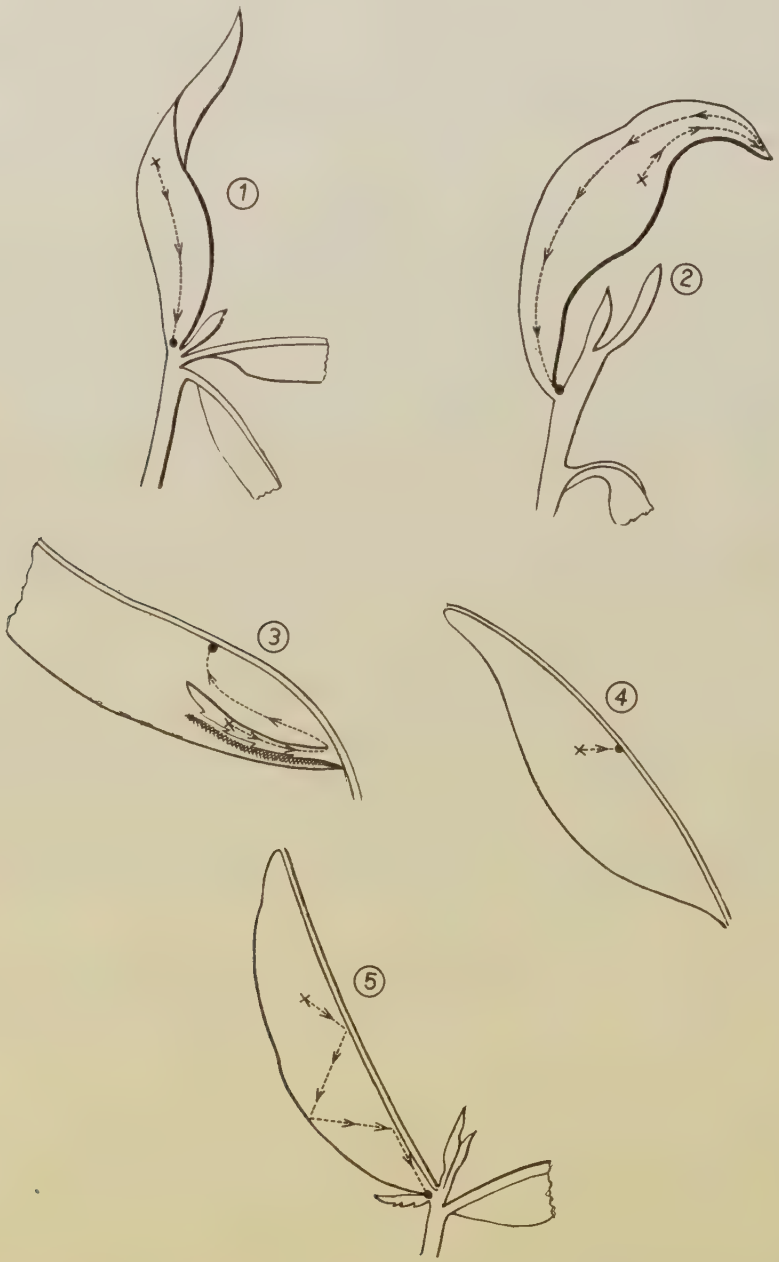


FIG. 15. — *Pénétrations des chenilles néonates de* G. molesta *à l'intérieur des pousses de Pêcher.*
Le point d'éclosion est marqué par une croix.
Le point de pénétration par un point.
Durée du trajet : 1 = 3 minutes.
2 = 7 minutes.
3 = 5 minutes.
4 = 1 minute.
5 = 7 minutes.

Les chenilles à la température de 8°C se déplacent peu et peuvent rester longtemps avant de pénétrer. Sur 32 chenilles, 10 ont disparu sans laisser de traces,

4 ont pénétré : 2 le 2e jour après l'éclosion, 1 le 3e jour et 1 le 5e jour, 3 sont mortes le premier jour et 5 sont mortes après avoir vécu de 2 à 3 jours sans pénétrer ni entamer l'épiderme. Aucune des chenilles ne s'est d'ailleurs développée. Dans un autre essai où nous n'avions repéré aucune pénétration 2 jours après l'éclosion, nous avons replacé les pousses en étuve à 26° C. La dissection effectuée 2 jours après a permis de dénombrer 6 chenilles à l'intérieur des pousses sur 10 déposées. Si la température est trop fraîche pour favoriser la pénétration, les chenilles peuvent attendre, immobiles, l'apparition de conditions plus favorables.

b) *Les points de pénétration*

Sur les *pousses de Pêcher* les points de pénétration sont très proches de la position de l'œuf (fig. 15). Parfois la chenille entre par la nervure (schéma 3 et 4) qu'elle mine jusqu'à son insertion sur la tige et pénètre ainsi dans celle-ci sans quitter l'intérieur du végétal.

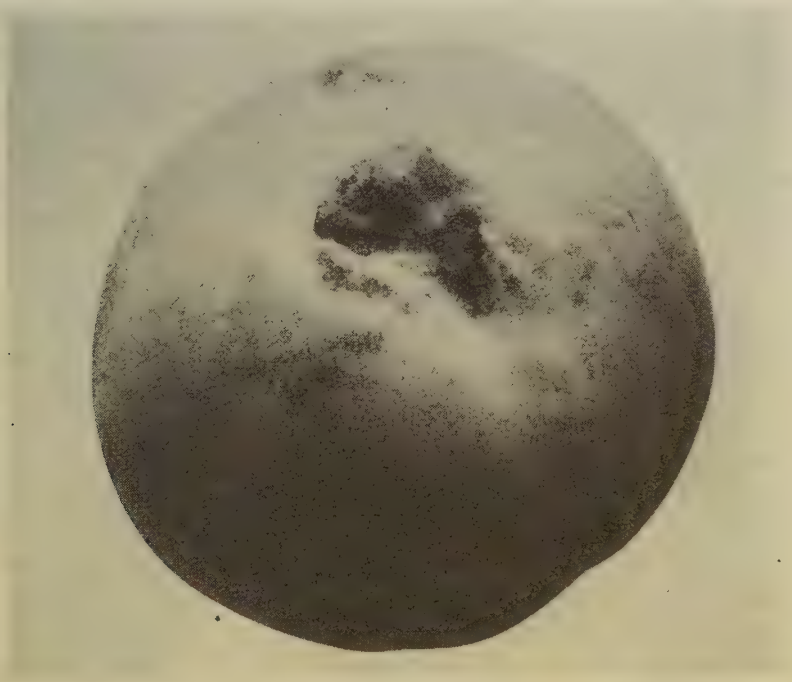


Fig. 16. — *Pêche attaquée par* G. molesta (photo P. Ramadier)

Le plus souvent (schéma 1, 2 et 5), elle débute sa galerie à l'insertion de la feuille ou d'une feuille voisine, plus rarement, elle descend jusqu'à la suivante.

Sur les Pêches, le trou d'entrée se trouve en général près du pédoncule, ce qui fait que les fruits attaqués sont difficiles à observer sur les arbres. Parfois, elle entre également au point de contact de deux fruits, d'un fruit et d'une feuille. Dans nos élevages où les fruits sont déposés sur du sable, une proportion notable des chenilles entre à la limite entre celui-ci et la Pêche.

TABLEAU 38

Points de pénétration des chenilles de G. molesta *dans les fruits en élevage*

	Point de contact avec le sable	Insertion	Extrémité ou œil	Côté
Pêches vertes	40 %	40 %	4 %	16 % (1)
Pêches mûres	9 %	75 %	7 %	9 % (1)
Pommes	64 %	11 %	9 %	16 % (2)
Poires	47 %	5 %	16 %	32 % (2)

(1) — Dont le quart par le sillon.
(2) — Une partie importante des attaques par le côté a lieu à la faveur d'une tache de Tavelure (23 % pour les pommes et 13 % pour les poires) et d'autres au contact du morceau de feuille contenant l'œuf : (15 % pour les pommes et 20 % pour les poires).

Sur les *Poires* et surtout sur les *Pommes*, en élevage, les attaques ont lieu principalement au niveau où elles reposent sur le sable. Les points de pénétration les plus fréquents sont, pour les Poires, l'œil, les contacts avec une feuille ou un autre fruit, les taches de tavelure, et pour les Pommes, les mêmes endroits auxquels il faut ajouter l'insertion (fig. 17 et 18). Dans le cas de fruits suspendus et non posés sur le sable, nous avons compté 14 attaques par l'œil, 6 par l'insertion et seulement 3 par le côté. Il s'agissait de petites pommes saines, sans tavelure ni blessure, deux mois avant leur date de cueillette, de la variété Rose de Benauge. En l'absence de contacts extérieurs, c'est l'œil qui est donc le point d'entrée principal dans les pommes.

c) *Influence de la température sur la pénétration*

Selon DUSTAN (1930) les températures inférieures à 12,8°C et supérieures à 25,5°C sont défavorables à la pénétration. D'après CUTWRIGHT (1931) pour *Laspeyresia pomonella* L., espèce de biologie voisine, aucune chenille ne pénétrerait à 15°C et la proportion s'accroîtrait ensuite jusqu'à 30°C.

Nous avons essayé sur Pousses et sur Pommes, d'évaluer le taux de pénétration à différentes températures. Pour ne pas faire intervenir d'autres facteurs ultérieurs de mortalité, nous nous sommes basés sur l'aspect extérieur (présence d'un trou et de déjections), confirmé par la dissection de la pousse ou du fruit trois jours après.

Il n'a pas été possible de mettre en évidence de différences sur les pommes entre 13°C et 32°C, ou de 46 à 54 p. 100 des chenilles pénètrent. En revanche, à 38°C 30 p. 100 seulement réussissent à s'établir sous la peau où elles ne survivent d'ailleurs pas.

Pour les pousses, nous avons pu établir le tableau suivant (Tableau 39).

TABLEAU 39

Pourcentage de pénétration des jeunes larves de G. molesta *dans les pousses de Pêcher, en fonction de la température*

8°	17 %	26°	97 %
13°	71 %	28°	90 %
15°	74 %	30°	66 %
19°	81 %	32°	47 %
23°	88 %	38°	30 %

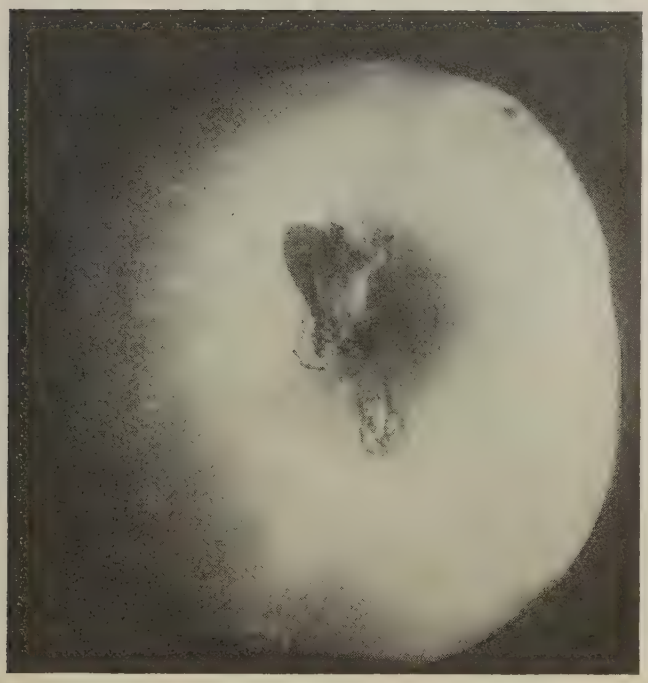


FIG. 17. — *Pénétration de* G. molesta *sur Pomme au niveau de l'insertion* (photo CHABOUSSOU)

FIG. 18. — *Pénétration de* G. molesta sur Poire au *niveau de l'insertion* (photo CHABOUSSOU)

Ces chiffres sont très supérieurs à ceux cités par DUSTAN (mortalité de 30 à 94 p. 100) qui comptait les chenilles ayant commencé à se développer.

d) *Influence de la nature de la plante attaquée sur la pénétration*

La présence ou l'absence d'aspérités ou d'obstacles permettent la fixation et le forage, la consistance des tissus végétaux se laissant ou non entamer par les mandibules de la chenille, expliquent les différences dans les possibilités de pénétration de celle-ci (Tableau 40).

TABLEAU 40

Pourcentage de pénétration des chenilles de G. molesta *dans les pousses et dans les fruits — (chenilles déposées sur les fruits ou feuilles)*

	Étude à 26 °C	Sur l'arbre
Pousses de Pêcher en croissance.	96 %	88 %
Pousses de Pêcher aoûtées	67 %	50 %
Pêches non mûres	63 %	40 %
Pêches presque mûres	15 %	3 %
Poires vertes	15 %	0 %
Poires dans le mois précédant la cueillette	68 %	30 %
Pommes	55 %	12 %

Les chiffres cités dans la première colonne se classent approximativement comme les mortalités observées à l'intérieur des fruits, et les difficultés de pénétration accentuent donc les différences dues au régime alimentaire. Nous devons apporter quelques précisions aux données du tableau 40 pour chacune des nourritures offertes.

En ce qui concerne les *pousses de Pêcher*, l'état végétatif est évidemment susceptible de varier entre la pousse en croissance et la pousse aoûtée. Nous avons observé en particulier sur des arbres affaiblis par des Pucerons, mais en période végétative un pourcentage de pénétration de 63 p. 100 seulement, alors que sur des pousses aoûtées d'arbres en parfait état physiologique, 70 p. 100 des chenilles amorcèrent des galeries, d'ailleurs vite arrêtées pour les quatre cinquièmes d'entre elles.

Les *Pêches* de nos essais ont été attaquées par des chenilles déposées à leur surface. Normalement, elles viennent des feuilles en circulant le long des branches. En déposant les chenilles, non plus sur le fruit, mais sur le rameau à proximité, le pourcentage de pénétration augmente de 40 p. 100 à 70 p. 100. Ici, ce n'est plus la dureté de l'épiderme qui aurait limité les attaques, mais le manque de point d'appui pour la toile de fixation. La totalité des chenilles dans le cas où elles provenaient du rameau, a d'ailleurs entamé le fruit par l'insertion ou par le contact avec la branche

Pour les *Poires*, la différence de pénétration entre fruits verts et fruits mûrs est importante. 18 p. 100 seulement des larves ont pu pénétrer dans les Alexandrine Drouillard en juillet, 68 p. 100 dans les William à la même époque, et 62 p. 100 dans les Alexandrine Drouillard en septembre alors qu'elles étaient presque mûres. Sur les fruits verts, les chenilles restent longtemps à l'extérieur en attaquant l'épi-

derme (fig. 19) et finalement meurent sans pousser plus loin leurs dégâts. D'autre part, sur Clairgeau en septembre, l'observation d'une infestation naturelle a permis de dénombrer 40 chenilles pour 185 œufs, soit 22 p. 100 chiffre comparable à ceux des expériences.

Pour les *Pommes* au contraire, il n'a pas été observé de différences constantes entre fruits mûrs et fruits verts. En juillet, les premiers sont attaqués à 59 p. 100,

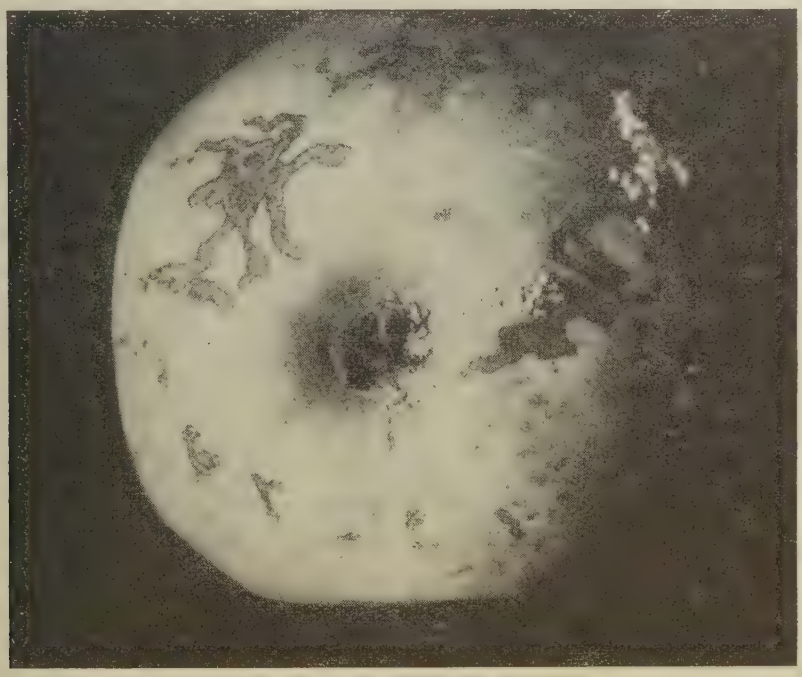


Fig. 19. — *Morsures superficielles des chenilles de* G. molesta *sur Poire verte* (photo Chaboussou)

les seconds à 54 p. 100 et pour une même variété Rose de Benauge, le pourcentage d'attaque passe de 39 p. 100 du 30 juillet au 4 août, à 60 p. 100 du 19 au 26 septembre et à 50 p. 100 du 3 au 10 octobre date de la cueillette.

Le rôle de la résistance des plantes à l'infestation avait été mis en relief par Dustan (1929) sur les pousses et Neiswander (1936) sur les fruits, mais ces auteurs n'avaient pas séparé la mortalité due à l'impossibilité de pénétration de celle survenant plus tard dans le développement.

2° Les galeries a l'intérieur des pousses et des fruits

Le comportement de la chenille une fois introduite à l'intérieur du végétal varie selon l'organe attaqué et selon le point d'attaque.

Les *Pousses* sont minées en général en descendant vers leur base, à partir du sommet ou même de la nervure d'une feuille. Lorsque la pénétration a eu lieu plus bas, la chenille se dirige parfois au contraire vers l'extrémité.

Les pousses aoûtées présentant un cylindre central lignifié se prêtent moins facilement à la progression de la larve. Celle-ci commence par forer une galerie circulaire à la base du bouquet de feuilles terminales avant de s'introduire dans l'axe

de la plante lorsqu'elle a déjà franchi deux stades larvaires. Souvent d'ailleurs, elle abandonne la première galerie et pénètre dans un fruit.

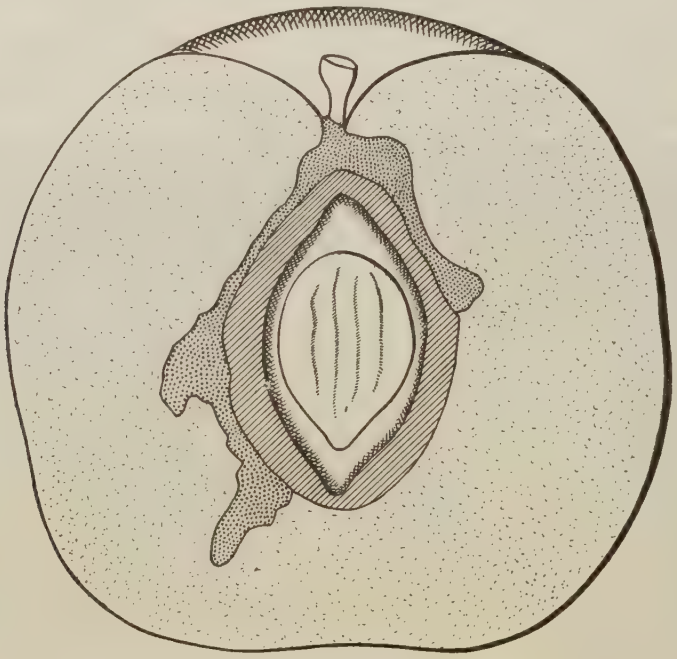


FIG. 20. — *Galeries de chenille de* G. molesta à l'intérieur d'une Pêche mûre.

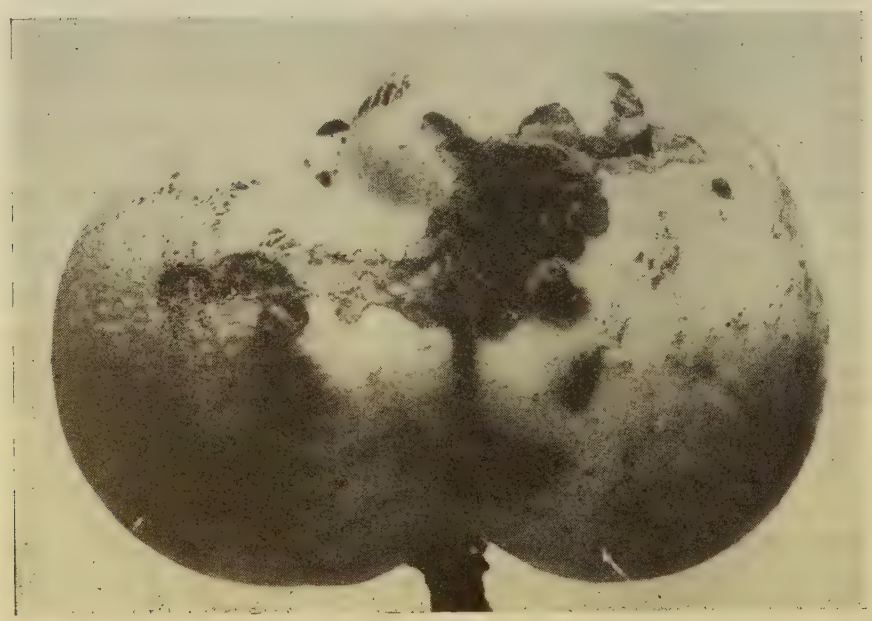


FIG. 21. — *Galeries superficielles de* G. molesta *sur Pomme* (photo RAMADIER)

Dans les *Pêches* où elles entrent en général à proximité du pédoncule, les chenilles se dirigent rapidement vers le noyau (fig. 20) et se développent dans les circonvolutions de celui-ci. Parfois même, s'il est fendu, elles pénètrent jusqu'à l'amande.

Sur *Poires* mûres également, elles atteignent rapidement le cœur du fruit et il n'y a jamais de galeries sous l'épiderme.

Les *Pommes* peuvent au contraire subir des dégâts plus variés. Barraud et Chaboussou (1947) ont attiré l'attention sur l'existence de galeries de surface (fig.21) et traversant la pulpe, par opposition à la pénétration plus directe, vers les pépins,

Fig. 22. — *Galerie superficielle de* G. molesta *dans une Pomme*

a) Point de pénétration.
b) Puits dirigé à l'intérieur du fruit.
Les chiffres indiquent la date depuis l'éclosion.

du Carpocapse *Laspeyresia pomonella* L. Nous avons reproduit dans la figure 22 une de ces galeries sous-épidermique en notant jour après jour la progression de la mine. Au début, l'Insecte a dessiné une spirale, cas très fréquent pour des galeries de ce genre. Ensuite, la chenille peut se déplacer à l'intérieur de la mine forée la veille ou l'avant veille, avant qu'elle soit remplie de ses excréments et par conséquent poursuivre son attaque de plusieurs côtés (14^{e} et 15^{e} jour par exemple). Les galeries

sont beaucoup plus larges que le diamètre de la chenille, celle-ci balançant son avant-train tout en procédant au forage. Parfois, elle reste ainsi en surface pendant tout son développement . Souvent elle pénètre à l'intérieur du fruit après quelques jours (figure 23).

Les galeries superficielles résultant de pénétrations sur le côté du fruit, sont

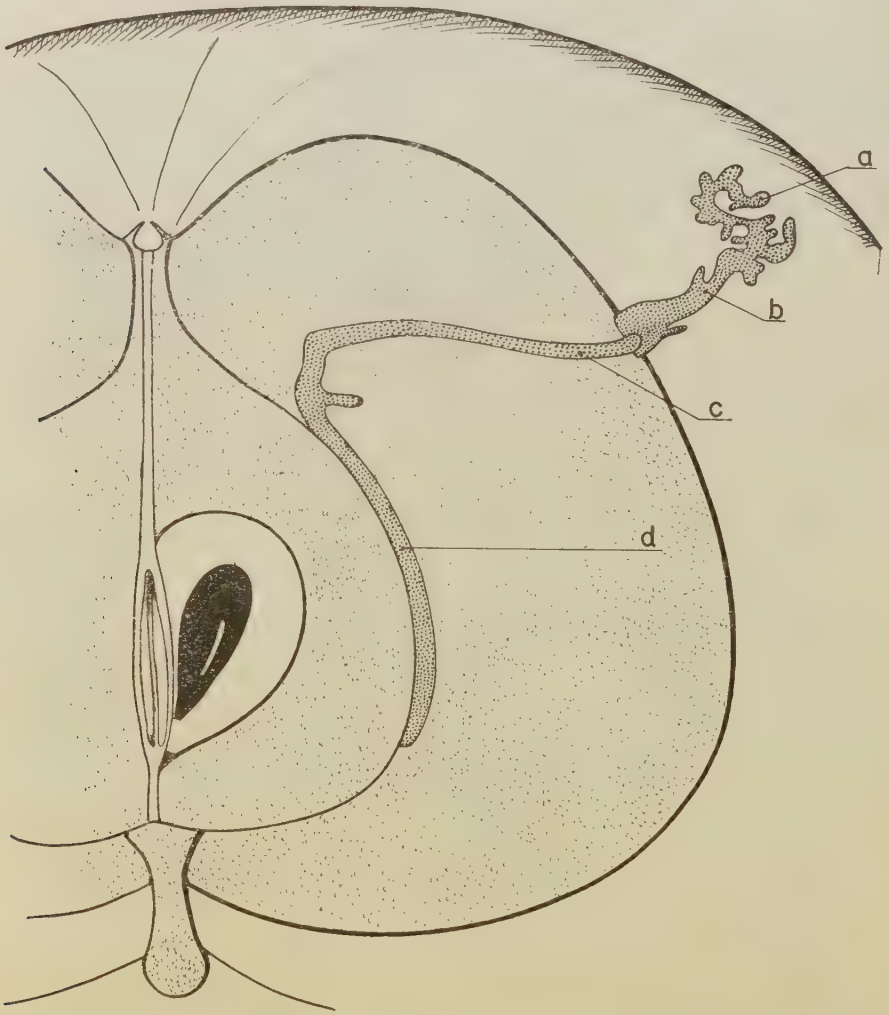


FIG. 23. — *Pénétration et dégâts d'une chenille de* G. molesta *dans une pomme : attaque par le côté.*

a) Point de pénétration.
b) Galerie superficielle creusée en 10 jours.
c) Galerie pénétrante.
d) Galerie longeant l'endocarpe.

donc plus fréquentes en élevage que dans la nature. Mais toutes les chenilles entrées par le côté ne restent pas près de l'épiderme ou restent seulement 1 ou 2 jours. Une partie d'entre elles s'enfoncent jusqu'à l'endocarpe. Sur trois variétés récoltées du 6 au 14 octobre, les chenilles entrées par le côté le 3 octobre ont eu des comportements différents. Sur Rose de Benauge, 44 chenilles sur un total de 51 ont foré des galeries superficielles et 16 étaient encore en surface le 15 octobre, 12 jours après leur éclosion.

Au contraire, sur une autre variété, nous n'avons noté que 7 attaques superficielles sur 13 avec Reinette de Baumann.

Les chenilles entrant par l'œil ou par le pédoncule gagnent plus rapidement la zone des pépins (fig. 24 et 25). Cependant, à l'exception de celles qui s'enfoncent

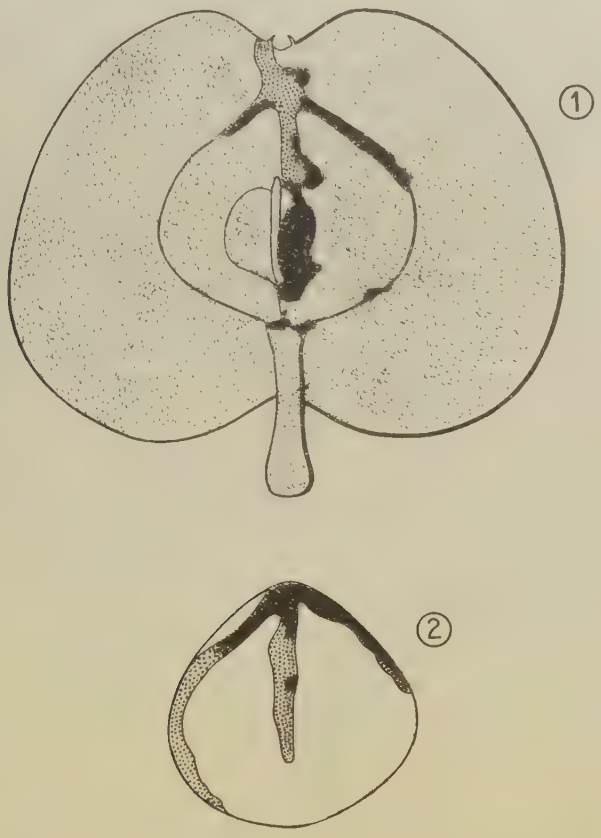


Fig. 24. — *Pénétration et dégâts de chenilles de* G. molesta *dans une pomme : attaque par l'œil.*
1. — Coupe du fruit.
2. — Endocarpe décortiqué.

directement par l'axe du fruit, elles éprouvent de la difficulté à franchir la limite de l'endocarpe et forent des galeries parallèles à la surface le long de celui-ci (voir surtout figure 23). Une fois à l'intérieur, entre les écailles carpellaires, les chenilles peuvent entamer les pépins et les détruire.

3° Abandon des pousses et des fruits par les chenilles

Lorsqu'elle a atteint son développement complet, la chenille quitte le fruit ou la pousse et va chercher un support pour confectionner son cocon. On en trouve fréquemment à la base des pêches attaquées, construits entre le fruit et la branche, mais ils sont beaucoup plus difficiles à repérer dans les pépinières et dans les vergers de Pomacées. Des études ont été entreprises à l'aide du piégeage des chenilles au moyen de bandes de carton ondulé. C'est un procédé d'un usage courant pour

l'établissement d'avertissements agricoles contre le Carpocapse. CHANDLER (1930) l'a employé comme moyen de lutte contre *L. molesta*, DANIEL et COX (1936) pour vérifier l'efficacité des traitements, et HAEUSSLER (1940) l'a utilisé pour se procurer du matériel en vue de l'étude du parasitisme. Le premier a obtenu dans un verger

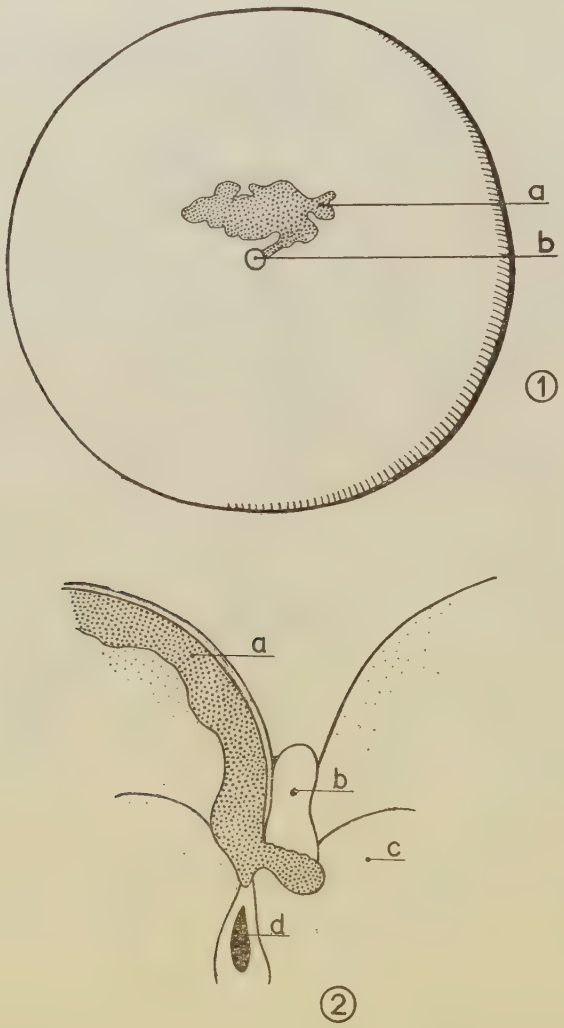


FIG. 25. — *Pénétration et dégâts d'une chenille de* G. molesta *dans une pomme : attaque au voisinage du pédoncule.*

1. — Vue du fruit, du côté de l'insertion.
2. — Coupe.
a) Galerie superficielle.
b) Pédoncule.
c) Endocarpe.
d) Pépins.

d'Elberta : 2,2 captures par bande, du début de mai à la récolte, mais surtout après le 22 juillet (1,4), lorsque les chenilles abandonnent les pousses pour les fruits. De la fin d'août au 25 septembre, sur la variété Krummel's octobre, il a capturé beaucoup plus de chenilles (de 5,9 par bande à 151,5) dans un verger, où la récolte n'a pas été faite et où les fruits véreux sont restés par conséquent sur le sol. DANIEL

et Cox ont employé le procédé pour vérifier les résultats de traitements insecticides sur les coings. Dans les rangs témoins, ils ont capturé 33 chenilles par arbre. HAEUSSLER préfère les bandes de toile de sac aux bandes de carton. Il a capturé en moyenne 0,57 chenille par bande sur les poiriers, 0,67 sur les pêchers et 2,08 sur les cognassiers. Sur ces arbres, il a trouvé également un grand nombre de chenilles hibernantes sous les écorces. Au contraire, DOTTI (1938) en travaillant sur le Carpocapse, note de très faibles captures de larves de *L. molesta* dans les bandes-pièges. C'est également à cette conclusion que nous sommes arrivés, en bandant des pommiers attaqués par les deux insectes. Nous avons recueilli dans 21 bandes de carton : 134 chenilles ou chrysalides de Carpocapse, mais seulement 3 de Tordeuse du Pêcher, en juillet et en août.

Sur un arbre artificiellement contaminé par la Tordeuse du Pêcher, sur lequel 13 chenilles s'étaient développées dans les pousses, 5 furent récupérées dans des bandes de carton ondulé. Sur une branche où un anneau de carton ondulé était disposé autour de la pousse elle-même, nous avons repris 3 chenilles à ce niveau et à l'insertion de la branche sur le tronc. Au contraire, là où nous n'avions pas disposé la première série d'abris, nous avons capturé une seule chenille. Les déplacements sont normalement moins importants que pour le Carpocapse, la chenille se nymphosant souvent à proximité du lieu d'alimentation. C'est pourquoi la capture par bande-piège ne donne que des résultats très partiels. Les seuls cas efficaces concernent des vergers où les fruits véreux sont tombés à terre et où les chenilles sont donc remontées sur l'arbre à la recherche d'un abri. C'est d'ailleurs le cas normal pour le Carpocapse.

Il est à noter également que les cocons peuvent être formés en terre, nous l'avons observé au cours de nos élevages, ou situés dans des logettes sculptées à l'intérieur des cageots et des poutres dans les locaux de stockage, ou les fruitiers.

A quel moment la chenille quitte-t-elle le fruit ? Elle abandonne les fruits la nuit, comme l'a démontré GAGLE (1932) à l'aide d'un appareil à mouvement d'horlogerie.

Au cours de la période s'étendant de 17 h à 9 h, nous avons observé que 10,6 fois plus de chenilles pénétraient dans le carton ondulé, qu'entre 9 h et 17 h. Le rapport de durée de ces périodes étant de 2, à l'unité de temps en peut considérer que plus de 5 chenilles sur 6 quittent les pousses entre 17 h et 9 h.

Pour éliminer les autres facteurs que la lumière, nous avons effectué des observations dans la chambre étuve à 26°C et hygrométrie relative entre 80 et 100 p. 100 (Tableau 41).

TABLEAU 41

Nombre de chenilles trouvées dans le carton ondulé pendant les périodes diurnes et nocturnes

Température 26° C	Nombre de chenilles		Rapport des taux horaires
Hygrométrie 80-100 %	entre 17 h et 9 h	entre 9 h et 17 h	
Lumière permanente.....	544	142	1,91
Obscurité permanente.....	53	30	1,76
Lumière de 9 h à 17 h.....	64	18	3,55
Lumière de 17 h à 9 h.....	36	20	0,90

L'obscurité favorise donc le départ des chenilles hors des pousses, mais il apparaît en outre que même en lumière ou obscurité constante, plus de chenilles se déplacent pendant la période nocturne que pendant la période diurne, alors que toutes les conditions sont invariables. Il s'agirait donc d'un rythme intrinsèque se conservant malgré l'absence des variations normales des facteurs du milieu.

F — CONCLUSIONS DE LA PREMIÈRE PARTIE

Avant d'étudier les fluctuations des populations naturelles de *Grapholitha molesta*, nous avons passé en revue les différents facteurs qui les conditionnent. Résumons ici les enseignements retirés des chapitres précédents :

1. — Le zéro de développement des différents stades se situe aux alentours de 12°C.

2. — Les températures léthales inférieures sont variables selon les stades. Les œufs ne résistant pas aux températures au-dessous de 0°C. La mortalité des cocons d'été est totale après 7 jours d'exposition à — 4°C, les papillons vivent encore après 25 jours à 3°C et les cocons d'hiver peuvent subir des températures inférieures à — 20°C.

3. — Les températures léthales supérieures se situent au-dessus de 35°C.

4. — Aux hygrométries relatives à 40 p. 100, la mortalité des œufs est des cocons est très élevée, surtout aux hautes températures (30°C).

5. — Les hygrométries saturantes assurent un taux élevé d'éclosion des œufs et une bonne survie des chrysalides et chenilles en diapause.

6. — La survie moyenne des papillons est de 28 jours à 14°C et seulement de 4 jours à 30°C. L'humidité saturante est favorable à leur survie.

7. — L'entrée en diapause est déterminée par le photopériodisme. Elle se produit donc à date fixe chaque année. Cependant, certains froids nocturnes peuvent la provoquer et des températures trop élevées (30°C) l'empêcher. La nourriture joue également un rôle : la tendance à entrer en diapause est plus marquée si les chenilles ont été nourries de fruits que de pousses.

8. — La Tordeuse du Pêcher peut vivre aux dépens de différents fruits et pousses de Rosacées. Son développement est plus rapide et la mortalité est inférieure lorsqu'elle se nourrit de Pousses tendres de Pêcher, mais le poids des chenilles est inférieur.

9. — L'activité du papillon est crépusculaire et débute 3 heures avant le coucher du soleil au printemps et 1 heure en été.

10. — Les papillons peuvent être attirés par des liquides en fermentation et par des produits chimiques : esters, acides, huiles essentielles.

11. — L'attirance par chimiotactisme est réduite en atmosphère saturée, ainsi qu'en présence de feuillage.

12. — Les papillons ont un phototactisme positif.

13. — Au moment de l'activité des imagos, une température supérieure à 16°C est nécessaire pour la ponte, mais des températures situées entre 20 et 30°C assurent une plus grande fécondité.

14. — La pénétration des jeunes larves dépend de la température, de la consistance du fruit ou de la pousse et de la présence d'obstacles permettant la première fixation. A 25°C, elle s'effectue en moins de quatre heures.

Les pousses tendres de Pêcher sont plus favorables que les autres supports offerts, un plus grand nombre de chenilles arrivent à y pénétrer.

15. — Le parasitisme naturel ne constitue pas un facteur limitant appréciable dans le Sud-Ouest de la France.

16. — Les essais d'accroissement du parasitisme par l'introduction de *Macrocentrus ancylivorus* n'ont pas été couronnés de succès.

La seconde partie de notre mémoire sera consacrée à l'étude de la formation et des fluctuations des populations naturelles. Nous essaierons de les expliquer en nous référant aux données précédemment exposées, l'évolution de la population pouvant être considérée comme la résultante entre le potentiel théorique de multiplication de l'Insecte et l'action des différents facteurs de l'environnement (Schvester 1952).

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES POPULATIONS NATURELLES

Avant de passer à l'étude des fluctuations des populations, nous allons indiquer les méthodes d'étude permettant de les évaluer et nous envisagerons leur valeur respective.

A — MÉTHODES D'ÉTUDE DES POPULATIONS

Plusieurs méthodes peuvent être envisagées pour évaluer les populations présentes dans un verger : soit directe par *comptage effectif* des insectes en place soit indirecte en utilisant un *tactisme* pour capturer les papillons ou les chenilles. Ces dernières méthodes sont évidemment moins rigoureuses, puisqu'elles font appel à un élément du comportement, lui-même sous la dépendance de facteurs extérieurs, mais elles sont plus rapides et peuvent facilement être employées. Nous envisagerons donc les deux groupes de méthodes afin d'étudier leur éventuelle concordance, ainsi que les conditions d'emploi et d'interprétation de la méthode des piégeages.

1° Méthode directe d'estimation de la population

On a le choix dans le comptage des différents stades de l'Insecte : œufs, chenilles, chrysalides ou papillons.

Disposés isolément sur les feuilles et les fruits, les œufs sont difficiles à déceler. Leur dénombrement peut être cependant envisagé sur les poires ou les pommes, car ils sont alors déposés sur les fruits qui sont en nombre limité. Sur les pêchers, au contraire, la ponte a lieu sur les feuilles ; or, celles-ci sont très nombreuses (plusieurs milliers pour un gobelet de développement moyen), et les pontes sont assez faibles.

En avril 1957, à l'occasion d'une particulière abondance de papillons printaniers et profitant du faible développement du feuillage, nous avons réalisé des numérations d'œufs sur feuilles. Les résultats ont été les suivants :

8 avril 4 œufs sur 500 feuilles (0,8 p. 100)
18 avril 5 œufs sur 348 feuilles (1,4 p. 100)
24 avril 16 œufs sur 412 feuilles (2,5 p. 100)
30 avril 0 œuf sur 413 feuilles (0 p. 100)

Si on rapporte la ponte au nombre de pousses, nous notons que 3 des 50 pousses coupées le 18 avril (6 p. 100) et 8 des 68 coupées le 24 avril (12 p. 100), possédaient des feuilles ayant reçu un ou plusieurs œufs. Allen et Plasket (1958) ont employé une méthode analogue pour connaitre les populations dans les vergers traités ou non.

La numération directe des œufs peut donc renseigner dans une certaine mesure sur l'activité des papillons. Cependant la faiblesse des chiffres obtenus et la difficulté de l'échantillonnage ne permettent pas de retenir cette méthode pour les générations d'été.

Frost (1930) l'a bien essayée mais l'a abondonnée pour le comptage des pousses. Il a également tenté de connaitre le nombre de papillons en les tuant par un poudrage à la nicotine (mais sur une échelle réduite). Il a aussi essayé de compter les cocons déposés sur les fruits, mais il ne s'agit alors que d'une évaluation partielle, de nombreuses chenilles chrysalidant ailleurs. D'après Neiswander (1936), la moitié seulement des cocons d'hiver et 60 p. 100 des cocons d'été se trouvent sur l'arbre. Reste comme méthode directe d'investigation : le comptage des chenilles dans les pousses ou dans les fruits attaqués.

a) *Numération des chenilles*

La simple numération des pousses ou des fruits attaqués donne une idée du niveau de l'infestation ; cependant, en l'absence d'élevages complémentaires, on ne peut déterminer les points critiques de l'évolution : éclosion, cocon, émergence. Cette numération a été employée comme méthode d'étude des populations dans les pousses par Frost (1930) et Snapp et Swingle (1929) : le premier a compté les pousses minées sur 23 arbres, le deuxième, le total recueilli en une heure : ce dernier procédé nous parait beaucoup moins sûr étant donné les difficultés variables de recherches selon qu'il s'agit de pousses nouvellement attaquées ou de dégâts déjà anciens. Daniel, Cox et Crawford (1933) ont calculé le nombre de chenilles à l'unité de surface au moyen du pourcentage d'attaques sur fruits et du tonnage récolté, mais ce procédé permet seulement de connaitre l'infestation finale et non ses variations au cours de l'été. Nous avons repris l'étude des populations vivant à l'intérieur des pousses en suivant, tout au long de la saison, l'évolution des populations dans une partie d'un verger.

La numération des chenilles ne peut se faire qu'après prélèvement des organes à l'intérieur desquels elles vivent, donc après destruction de la population à évaluer.

En 1952, nous avons donc effectué ce comptage sur 26 arbres en dehors de la zone dont vous voulions étudier la population. Toutefois, l'hétérogénéité du verger due en partie, à la composition variétale, et surtout à l'irrégularité de son sol, nous a progressivement amené à modifier notre technique d'étude.

En 1953 et 1954, nous avons effectué les prélèvements de chenilles sur un arbre sur trois, tous les quatre rangs, dans la zone même d'étude, et de plus nous avons compté avec une périodicité plus longue, l'ensemble des dégâts abandonnés sur tous les arbres.

En 1955, nous avons combiné la méthode de 1952 de prélèvements en dehors de la zone, avec celle de 1953-54 de vérification par comptage des dégâts abandonnés dans celle-ci.

Enfin, en 1956 et 1957, nous avons prélevé à intervalles courts (une ou deux fois par semaine) tous les dégâts sur tous les arbres, et pour ne pas modifier la population, nous avons relâché les papillons provenant de l'élevage en conditions naturelles des chenilles ainsi capturées.

A partir de 1953, nous avons séparé dans nos comptages les dégâts abandonnés

par une chenille entièrement développée des dégâts avortés et des tentatives de pénétration.

b) *Élevage des chenilles*

Les pousses contenant les chenilles recueillies lors de ces prélèvements sont mises en élevage à l'extérieur, avec des bandes de carton ondulé pour recueillir les cocons. Nous connaissons ainsi l'époque de la nymphose et, en gardant les cocons jusqu'à l'émergence, l'époque de la sortie des papillons. La durée de la période de cocon nous permet d'évaluer les dates de sortie des papillons provenant des pousses trouvées abandonnées lors des prélèvements.

c) *Estimation de la population présumée à partir de ces éléments*

Les prélèvements et les élevages des chenilles nous indiquent pour chaque jour, le nombre de nouveaux papillons. La population fait intervenir un autre élément : la longévité. Ne pouvant pas la connaître exactement dans chaque cas, nous l'avons évaluée à 15 jours, chiffre correspondant à nos élevages en meilleures conditions et aux données de la bibliographie. On peut ainsi déterminer le nombre des papillons présents chaque jour, duquel on ôte les captures pour avoir la population présumée.

2° Les méthodes indirectes d'estimation de la population

Il s'agit d'utiliser les tactismes de l'Insecte pour capturer une fraction de la population. Cette méthode sera utilisable s'il est possible de relier la quantité d'insectes capturés à la population véritable.

Nous avons vu que le tigmotactisme des chenilles âgées, qui permet leur capture dans le carton ondulé, donne des résultats faibles et irréguliers par suite des déplacements trop faibles des chenilles. Le piégeage lumineux aussi est difficile à employer vu l'heure précoce d'activité des papillons. Il reste donc à utiliser le chimiotactisme en employant les pièges-appâts.

Nous avons employé des pots en céramique vernissée de 1/2 litre, possédant un couvercle pour éviter la dilution due à la pluie. (fig. 10).

Les différents expérimentateurs ont employé d'autres sortes de récipients boites en fer blanc peintes (Bobb 1938), récipients en verre.

Les expérimentateurs américains ayant travaillé en considérant la piégeage comme moyen de lutte, ont sélectionné les récipients permettant de capturer le plus longtemps possible sans entretien (Frost 1928). Ils ont donc préféré les récipients larges et profonds qui ne se remplissent pas rapidement de gros insectes et ont parfois utilisé un écran grillagé au-dessus.

Pour l'emploi des substances aromatiques, ils les ont parfois mis dans des nacelles flottant au-dessus du liquide mélassé destiné à capturer les papillons (Peterson 1926). D'autres fois, ils les ont émulsionné dans l'appât comme nous l'avons fait nous-mêmes.

Tous insistent sur le meilleur rendement des pots pleins par rapport à ceux remplis seulement en partie. La hauteur du piège joue aussi un rôle. Les captures sont plus importantes quand on approche du sommet des arbres.

Les travaux effectués vers 1930, lorsque le piégeage était utilisé comme moyen de lutte, ont établi l'importance de la densité des pièges sur le rendement. Frost (1929) a constaté que dans un verger sans autres pièges, on attrape le même nombre de papillons dans chacun des pots, que l'on en ait accroché 2, 4, 6 ou 8 sur le même arbre. Mais si l'on refait une expérience analogue dans un verger où il y a déjà un pot par arbre on capture : 92, 25,5, 13, et 7,5 papillons par piège, selon qu'on a accroché 1, 2, 4 et 6 pots sur un même arbre. En conclusion, si la population est importante, il n'y a pas de concurrence entre les différents pots-pièges, mais si elle est diminuée (ici par un piégeage généralisé), le rendement par piège diminue lorsque le nombre de pièges s'accroit. Dans nos essais où il ne s'agissait pas de détruire les papillons, mais seulement estimer leur abondance, des densités aussi élevées n'ont jamais été atteintes et le rendement de chaque piège n'était pas affecté par la quantité installée dans le verger.

3° Comparaison des différentes méthodes d'estimation de la population

La comparaison du piégeage et de la numération directe a été effectuée sur *Clysia ambiguella* Hb par Wiesmann (1955). Cet auteur a comparé les courbes de piégeage aux courbes d'émergence des papillons. Mais cette méthode ne permet pas de comparaison en valeur absolue, toutes les chenilles d'un nombre défini de ceps n'ayant pas été ramassées, mais seulement une quantité indéterminée sans rapport fixe avec la population réelle. Il s'ensuit que le nombre d'émergences varie en fonction de la facilité de recherche des chenilles, celles-ci pouvant être très différente d'une période à l'autre. Les deux générations de cet insecte étant bien distinctes, l'auteur a pu tout de même tirer des conclusions de la comparaison pour chacune d'entre elles, des courbes de piégeage et d'émergence. Mais dans le cas de la Tordeuse du Pêcher, dont les générations chevauchent, il est nécessaire de tenir compte de la longévité et nous rapporterons les piégeages, non aux courbes d'émergence, mais aux niveaux de population précédemment déterminés.

a) *Variations saisonnières de l'efficacité du piégeage*

Etant donné la concurrence d'attractivité entre le feuillage et les appâts, il faut s'attendre à une variation saisonnière de l'efficacité du piégeage. Pour cela, il est intéressant de comparer les résultats des deux méthodes dans le même verger au cours de l'année. (Tableau 42).

Nous voyons que le piégeage alimentaire ne donne pas une image fidèle de l'abondance déterminée par le comptage des dégâts. Une partie de cette disparité peut être rapportée au déplacement des adultes : en effet, lorsque le piégeage fournit plus de papillons que le total né sur place, il est clair qu'il s'agit d'individus venus d'ailleurs. A la rigueur, on pourrait incriminer l'existence des chenilles des fruits, mais, indépendamment du fait qu'elles sont surtout abondantes dans le contingent hibernant, et qu'elles entrent pour une part importante prématurément en diapause, nous retrouverons ces captures excédentaires même dans un verger n'ayant pas encore de récolte, comme celui de Haute Barde au Pont-de-la-Maye.

C'est surtout à la compétition dans l'attirance entre la plante nourricière et l'appât que nous devons rapporter ces variations. Il est remarquable que la période

où le rendement est faible (inférieur à 1,5 p. 100) est celle où le feuillage du pêcher est très développé, et avant qu'il ne commence à se dessécher (fin juillet, août).

TABLEAU 42

Pourcentage des papillons piégés par jour par rapport à la population totale (moyenne par décade)

	Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Grande Ferrade															
1952	17,1	6,9	5,6	0,6	0,6	0,3	0,5	0,8	0	X	X	X	X	X	X
1953		11,6	19,1	X	7,2	0,7	0,8	1,4	1,4	1,3	2,8	1,8	3,6	1,2	2,8
1954		5,5	1,9	1,5	1,2	2,7	1,0	0,3	0,7	2,2	1,0	1,9	12,2	X	X
1955		4,0	6,5	4,7	5,9	0,6	0,6	0,2	0,3	1,1	X	X	X	X	X
1956			3,7	1,5	1,1	0,9	0,5	1,4	1,7	3,7	4,5	7,8	2,3	X	X
1957		3,2	0,7	2,7	1,8	1,5	1,6	2,0	7,8	6,3	15,0	X	X	X	X
Médiane		5,5	4,6	2,1	1,5	0,8	0,7	1,1	1,1	3,4	9,8	7,8	12,2	X	X
Haute Barbe															
1957	Population très faible			0,8			0,8	0,8	0,9	1,0	2,6	4,5	X	X	X

X = piégeage supérieur à la populations autochtone recensée

En 1957, par rapport au verger âgé et dépérissant de la Grande Ferrade le jeune verger de Haute-Barde a présenté un feuillage en bon état plus longtemps en saison et le rendement du piégeage y a été inférieur.

Les années où le rendement du piégeage a crû le plus rapidement en automne, ont été remarquables par l'arrêt précoce de la pousse : en 1952, par suite de la sécheresse de juillet, en 1955 du fait du mauvais état sanitaire des arbres. En 1957, les arbres étaient en grande majorité dépérissants, aussi le rendement du piégeage a-t-il été presque constamment élevé.

Il est une période pour laquelle il n'est guère possible de connaître la population réelle, c'est celle de la pullulation de la génération printanière. Par analogie avec les observations ci-dessus, on peut seulement supposer que le rendement du piégeage doit être assez élevé, le feuillage étant encore clairsemé.

En conclusion, la méthode du piégeage tend à sous-estimer les pullulations estivales et à sur-estimer les populations automnales. Pour une même époque, elle peut permettre des comparaisons entre différents vergers d'état végétatif analogue, mais ne saurait rendre compte seule de l'évolution des populations au cours de l'année.

Enfin, n'oublions pas que le piégeage teste une des activités du papillon : la nutrition (Wiesmann 1955 — Delmas 1955). Par contre, il néglige le « vol » de ponte et l'activité non dirigée.

Götz (1914) indique que pour *Clysia ambiguella*, le vol présente trois aspects : vol de nutrition, pendant lequel les piégeages sont possibles, vols d'exercice, favorables à la maturation des œufs, et vols d'accouplement, effectués à des heures totalement différentes. La part relative de ces diverses activités dans l'activité totale, modifie la quantité de papillons capturés d'autant plus que les facteurs extérieurs n'agissent pas identiquement sur toutes, bien que les différences soient plus faibles pour *G. molesta*.

b) *Influence des facteurs météorologiques sur le rendement du piégeage.*

Jusqu'ici, nous avons considéré des périodes assez longues longues, les décades ; ceci pour éliminer l'influence des variations météorologiques dans la comparaison des piégeages avec la méthode directe d'évaluation des populations.

La température. — En premier lieu, comme nous l'avons vu dans la première partie, une température crépusculaire relativement basse (moins de 15°C) diminue beaucoup le nombre des papillons capturés, en diminuant leur activité. Ces températures interviennent souvent pendant le déroulement de la génération printanière, alors que nous n'avons pas d'autres méthodes que le piégeage pour évaluer les populations : par conséquent, elles ne peuvent pas influencer beaucoup les chiffres du tableau 42. Nous ne pouvons pas par conséquent nous rapporter à la population présumée pour connaître l'influence des températures inférieures à 15°C sur le rendement du piégeage. Nous utiliserons donc seulement dans le tableau 43 les chiffres moyens de captures des 5 années, de 1952 à 1956.

TABLEAU 43

Importance des captures selon la température crépusculaire

	avril		mai		juin		juillet		août		septembre		octobre	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
supérieures à 20° ...			3,5	219	7,9	293	5,7	127	9,5	158	13,3	205	7,1	172
entre 15 et 19°	1,3	100	1,6	100	2,7	100	4,5	100	6,5	100	6,5	100	4,3	100
inférieures à 15°....	0,2	15	0,1	6	0,4	15					2,6	40	0,8	19

Colonne 1 : capture par jour (moyenne de 1952-56).
Colonne 2 : capture par jour ramené à 100 pour les températures entre 15 et 19°.

Sauf en automne, les basses températures diminuent beaucoup le nombre des papillons capturés, mais il ne faut pas oublier qu'elles agissent aussi sur le niveau de la population. Pour l'été, où nous connaissons approximativement le nombre réel de papillons, nous pouvons étudier d'une façon plus précise l'influence de la température en comparant les chiffres de captures en fonction de la population (Tableau 44).

TABLEAU 44

Pourcentage de la population totale capturée en fonction de la température crépusculaire en juillet-août

Température	Nombre de jours	Pourcentage moyen
14 - 15° C	7	0,7
16 - 18° C	39	0,9
19 - 21° C	52	1,1
22 - 24° C	28	1,4
26e et au dessus	29	1,1

De plus, dans chaque catégorie, les variations journalières sont importantes. Le pourcentage de captures n'est donc pas influencé par la température lorsque

celle-ci est supérieure au seuil d'activité et les différences dans les chiffres du tableau 43 proviennent de l'existence d'un niveau plus élevé des populations au cours des étés chauds.

L'hygrométrie. — Nous avons vu que les papillons sont sujets à l'hygrotactisme ; celui-ci pourrait par conséquent influencer le nombre de captures. L'observation montre bien des captures importantes par jours très secs (tableau 34), mais les conditions qui les rendent possibles ne se produisent que rarement : en 5 ans, au Pont-de-la-Maye, nous n'avons noté que 12 jours à déficit hygrométrique maximum supérieur à 30 mm de mercure et supérieur à 14 mm au moment du coucher du soleil. A part cette augmentationde captures les jours secs isolés, l'influence du déficit hygrométrique reste faible (Tableau 45).

TABLEAU 45

Captures en relation avec le déficit hygrométrique

	Pourcentage moyen de la population capturée	Nombre de jours
Déficit hygrométrique entre 0 et 5 mm Hg.....	1,8	8
— — — 5 et 10 mm Hg.....	1,8	85
— — — 10 et 15 mm Hg.....	2,1	106
— — — 15 et 20 mm Hg.....	2,2	55
— — — 20 et 30 mm Hg.....	1,6	34
— — au-dessus de 30 mm Hg.....	3,6	10

N. B. — Pour les très faibles hygrométries, les chiffres sont sous-estimés, la population étant surestimée par suite de la surmortalité des adultes due à la sécheresse, dont nous n'avons pas pu tenir compte, faute de pouvoir la chiffrer.

La pluie. — Lorsqu'elle tombe au moment du coucher du soleil, la pluie empêche, ou du moins réduit fortement les captures. Pendant les 13 soirs observés en 5 ans, présentant en même temps qu'une température supérieure à 15°C, 1 mm ou plus de pluie répartie sur les deux heures encadrant le coucher du soleil, il fut capturé en moyenne 1,3 papillon, au lieu de 4,0 les soirs immédiatement avant et après. Si on considère les soirs où il est tombé également 1 mm au plus, mais réparti sur une seule heure, la réduction des captures est seulement de 6,1 à 5,3. Pour interrompre le piégeage, la pluie doit être continue au moment du vol crépusculaire. D'importantes pluies avant l'heure de vol réduisent également le nombre des captures. S'il est tombé 50 mm entre midi et le coucher du soleil, le nombre de papillons pris tombe à 2,7 au lieu de 6,3 les jours voisins.

Mais il s'agit encore là d'une circonstance relativement rare, observée 12 fois en 5 ans (sans compter naturellement les jours où cette action se cumule avec une température trop basse ou avec des pluies crépusculaires).

En conclusion, chaque fois que cela sera possible, nous devons préférer l'estimation directe de la population au piégeage. Lorsque celui-ci sera indispensable, lors de l'étude des populations printanières en particulier, nous ne devons pas perdre de vue ses imperfections, sa variabilité saisonnière, et ses diverses autres modifications dues aux conditions de l'ambiance.

B — ÉTABLISSEMENT DES POPULATIONS PRINTANIÈRES

Toute pullulation ultérieure de la Tordeuse du Pêcher ayant comme point de départ la génération printanière, la gravité des premiers dégâts (les plus importants pour les pousses), dépend par conséquent de la façon dont s'est déroulée l'hibernation, soit du nombre des hibernants au départ et des conditions climatiques de l'hiver et du printemps.

1° Influence de la population au moment de l'entrée en diapause sur le nombre d'hibernants

Nous avons vu que l'entrée en diapause se produit principalement sous l'influence des durées relatives du jour et de la nuit, soit à une date à peu près fixe chaque année. Les conditions favorables à l'établissement d'un niveau élevé de la population à ce moment (du 10 septembre à la fin d'octobre) sont donc également propices à une hibernation importante. Dans un verger de pêchers arrivant à maturité avant la fin d'août et dont les pousses sont aoûtées, les chenilles pouvant entrer en diapause sont rares et par conséquent, les réinfestations sont faibles au printemps. En 1952, nous avons trouvé dans un tel verger situé à Lahontan (Basses Pyrénées) 1,5 pousses attaquées par arbre en première génération contre 38,7 dans un verger mixte situé à Labatut (Landes) à 6 km de là.

Par contre, l'existence de fruits tardifs : pêches, poires, pommes ou coings, et surtout la présence de fruits véreux demeurés sur place lorsqu'on néglige de procéder à une récolte régulière, entraîne la constitution d'une population hibernante importante. C'est par exemple le cas souvent observé à la Grande Ferrade verger d'essais où il existe des variétés tardives très infestées qui souvent n'arrivent pas à maturité et ne sont donc pas récoltées.

En 1957, les captures effectuées pendant la pullulation printanière ont été de 36,16 papillons par pot dans le verger d'essai en production et seulement de 0,16 papillon par pot dans un verger en formation n'ayant pas encore porté de fruits. Allen et Plasket (1958) avaient remarqué que les jeunes vergers contenaient moins de chenilles que les anciens.

Nous ne pouvons pas évaluer directement le nombre de chenilles en hibernation, mais sur 10 années d'observation, les 3 années où le piégeage printanier fut le plus faible, correspondant à 3 automnes à faible pullulation (Tableau 46).

En n'oubliant pas que les captures effectuées au printemps dépendent d'autres facteurs que du niveau de la population, il apparaît nettement que les 3 années à faibles pullulations printanières : 1953-1951 et 1955, suivent 3 années à faible pullulation au moment de l'entrée en diapause : 1952-1950 et 1954.

En plus de l'influence de la population, les conditions régnant en septembre ont aussi leur rôle : en 1952, l'aoûtement ayant été précoce (juillet), les attaques sur pousses ont été très vite arrêtées. En outre, la température de septembre s'est montrée très inférieure à la normale (14°9 au lieu de 17°9) et de plus on a noté une épizootie d'origine cryptogamique sur les chenilles. Aussi, le nombre de papillons printaniers en 1953 a été particulièrement faible.

TABLEAU 46

Relations entre le piégeage au printemps et à l'automne de l'année précédente

Année	Automne	Année	Printemps
	Captures par pot-piège du 15 Août au 30 septembre		Captures par pot-piège avant les premiers IP 1
1946	27,7	1947	11,4
1948	50,9	1949	6,4
1950	11,8	1951	1,3
1951	32,0	1952	5,7
1952	3,1	1953	0,7
1953	21,7	1954	5,9
1954	6,5	1955	2,9
1955	19,9	1956	7,4
1956	23,2	1957	36,2

2° Influence des conditions de l'hiver

Comme nous l'avons exposé dans la première partie, l'influence des conditions de l'hiver est peu marquée, les chenilles hibernantes résistant aux froids les plus intenses observés dans nos climats. La mortalité hivernale des chenilles conservées dans du carton ondulé a varié de 7 p. 100 à 16 p. 100 (tableau 47).

TABLEAU 47

Mortalité hivernale dans les cocons formés dans du carton ondulé

Date	Nombre de cocons	Mortalité	Température moyenne novembre-février	Minimun absolu	Pluviosité novembre-février
1950-51.....	99	14 %	7°2	— 3°8 en novembre	602 mm
1951-52.....	127	13 %	6°8	— 5°6 en janvier	442 mm
1952-53.....	36	11 %	5°5	— 6°2 en janvier	493 mm
1953-54.....	109	7 %	7°0	— 11°0 en février	208 mm
1954-55.....	184	10 %	8°3	— 4°1 en novembre	425 mm
1956-57.....	57	16 %	6°8	— 8°2 en janvier	290 mm

La mortalité hivernale est donc peu différente d'une année à l'autre. La plus faible a été notée une année où le froid avait été intense (— 11°C) mais où la pluviosité était particulièrement peu abondante (208 mm en 4 mois). Nous n'avons tenu compte que des lots inférieurs à 10 chenilles par tube. Sur les lots plus importants la mortalité est plus élevée par suite de contagion.

3° Conditions d'émergence au printemps

L'émergence dépend dans une large mesure, de la localisation des hibernaculums. Peterson et Haeussler (1928) ont étudié l'échelonnement des sorties selon l'orientation, la hauteur, la situation en plein air et en insectarium, à Riverton en 1926, entre le 7 avril (premières émergences au sud, au niveau du sol) et le 12 juillet (dernières émergences en insectarium). La moitié des émergences se produit le 16 avril en exposition sud, le 23 en exposition est, le 2 mai en exposition ouest, le 11 mai

en exposition nord, au sol (0 à 3 jours de retard en hauteur), mais seulement le 8 juin en insectarium sec et le 12 juin en insectarium humide.

Ils n'ont pas fait d'essais dans les stations d'emballage avec *Grapholitha molesta*, mais avec *Laspeyresia pomonella*, ils ont constaté des sorties encore plus tardives qu'en insectarium. MALENOTTI (1938) a également observé que les papillons émergent du 10 mai au 15 juin dans les magasins contenant les paniers de récolte, soit beaucoup plus tard que dans les vergers. Nous avons noté nous aussi, des sorties en fruitiers du 1er juin au 16 juillet en 1949, du 23 mai au 28 juin en 1950, soit également à une époque nettement plus avancée que dans la nature puisque les papillons de première génération, provenant des pontes des papillons printaniers des vergers, sont sortis respectivement à partir du 13 juin et du 6 juin.

Nous avons étudié l'émergence printanière dans différentes conditions d'hibernation.

TABLEAU 48

Date de l'émergence de 50 p.100 *des papillons* (*date médiane*)

Conditions d'hibernation	1951-52	1952-53	1953-54	1954-55
Arbre face sud à 1 m. { en tubes verre	20 mars	25 mars	27 mars	3 avril
Arbre face sud à 1 m. { en tubes grillag.				10 avril
Arbre face nord à 1 m.	10 avril	23 avril	28 avril	24 avril
Arbre face sud au sol	1 avril			
au sol, sous des arbustes	17 avril			
sous un hangar	6 mai	23 avril	13 mai	3 mai
contre un mur au sud	27 mars			
dans un laboratoire chauffé	16 avril			
dans une pièce de sous-sol sans chauffage	3 juin			

Il faut naturellement corriger les dates d'émergence au sud en tube de verre, qui sont trop précoces d'une semaine, comme le montre l'essai de 1954-55. Cependant, même en tenant compte de cette avance, l'échelonnement des dates médianes de sortie s'étend sur plus de 2 mois en 1951-52.

Même dans une situation identique les émergences ne sont pas simultanées. Voici par exemple pour le hangar, où nos observations ont porté sur le plus grand nombre de chenilles, l'échelonnement des émergences pendant plusieurs années successives (Tableau 49).

TABLEAU 49

Emergences printanières sous hangar

	Premières émergenc.	Dernières émergenc.	Période émergenc.	Date d'émergence des			Durée de la sortie des 50 % médians
				25 %	50 %	75 %	
1950 ..	10 mai	5 juin	26 jours	13 mai	16 mai	20 mai	7 jours
1951 ..	7 mai	28 mai	21 jours	18 mai	21 mai	23 mai	5 jours
1952 ..	18 avril	22 mai	34 jours	22 avril	3 mai	6 mai	14 jours
1953 ..	6 avril	22 mai	46 jours	19 avril	23 avril	25 avril	6 jours
1954 ..	28 avril	5 juin	37 jours	10 mai	13 mai	20 mai	10 jours
1955 ..	22 avril	24 mai	32 jours	29 avril	3 mai	6 mai	7 jours
1957 ..	12 avril	25 mai	43 jours	25 avril	30 avril	3 mai	8 jours

Nous remarquons que si les émergences se produisent au cours de 3 à 7 semaines, 50 p. 100 d'entre elles sont groupées en 1 ou 2 semaines.

4° Conditions de ponte au printemps

A une pullulation printanière abondante ne correspond pas toujours une première génération d'été de même importance : cela dépend des conditions de ponte trouvées par les insectes au moment de leur émergence (Tableau 50).

TABLEAU 50

Relation entre le piégeage printanier et l'importance de la population de première génération

Année	Nombre de papillons par pot-piège	Nombre de cocons formés par arbre	Rapport	Températures les jours de captures	
				Au coucher du soleil	Moyenne des moyennes
1952	5,7	5,8	1,00	21,7	16,0
1953	0,7	0,6	0,86	20,6	17,8
1954	5,9	2,0	0,34	17,3	15,1
1955	2,9	0,9	0,34	17,6	15,0
1956	7,4	4,6	0,62	17,6	15,5
1957	36,2	7,9	0,22	16,4	13,7

La confrontation du graphique de la figure 26 et des températures des dernières colonnes du tableau 50 permet d'expliquer les différences du taux de multiplication entre les différentes années. Ce taux décroît en effet dans le même sens que les températures moyennes, plus significatives à ce point de vue que les températures crépusculaires, par suite du vol plus précoce au printemps. On n'enregistre qu'une exception : en 1953, mais cette année peut difficilement être prise en considération étant donné les taux très faibles de captures et l'infestation. La disparité entre le nombre des captures et celui des cocons formés traduit la disparité des exigences de l'Insecte concernant le vol de nutrition d'une part et la ponte d'autre part. Cette dernière a besoin d'une température plus élevée : cela explique que pendant certaines périodes ou saisons (en particulier avril 1957), le seuil thermique pour les captures étant dépassé, celles-ci sont abondantes bien qu'elles ne soient suivies que d'infestations relativement faibles.

TABLEAU 51

Piégeages à Labatut en 1949 *dans deux vergers mixtes*

	Près d'un hangar d'emballage	Sans hangar d'emballage	Rapport
Première génération	27,4	9,3	0,31
Deuxième génération	29,5	20,8	0,71
Troisième génération	16,5	12,9	0,78

Il est à noter que dans les vergers situés à proximité de hangars d'emballage, dépôts de cageots ou de fruitiers, les émergences étant plus tardives, les papillons

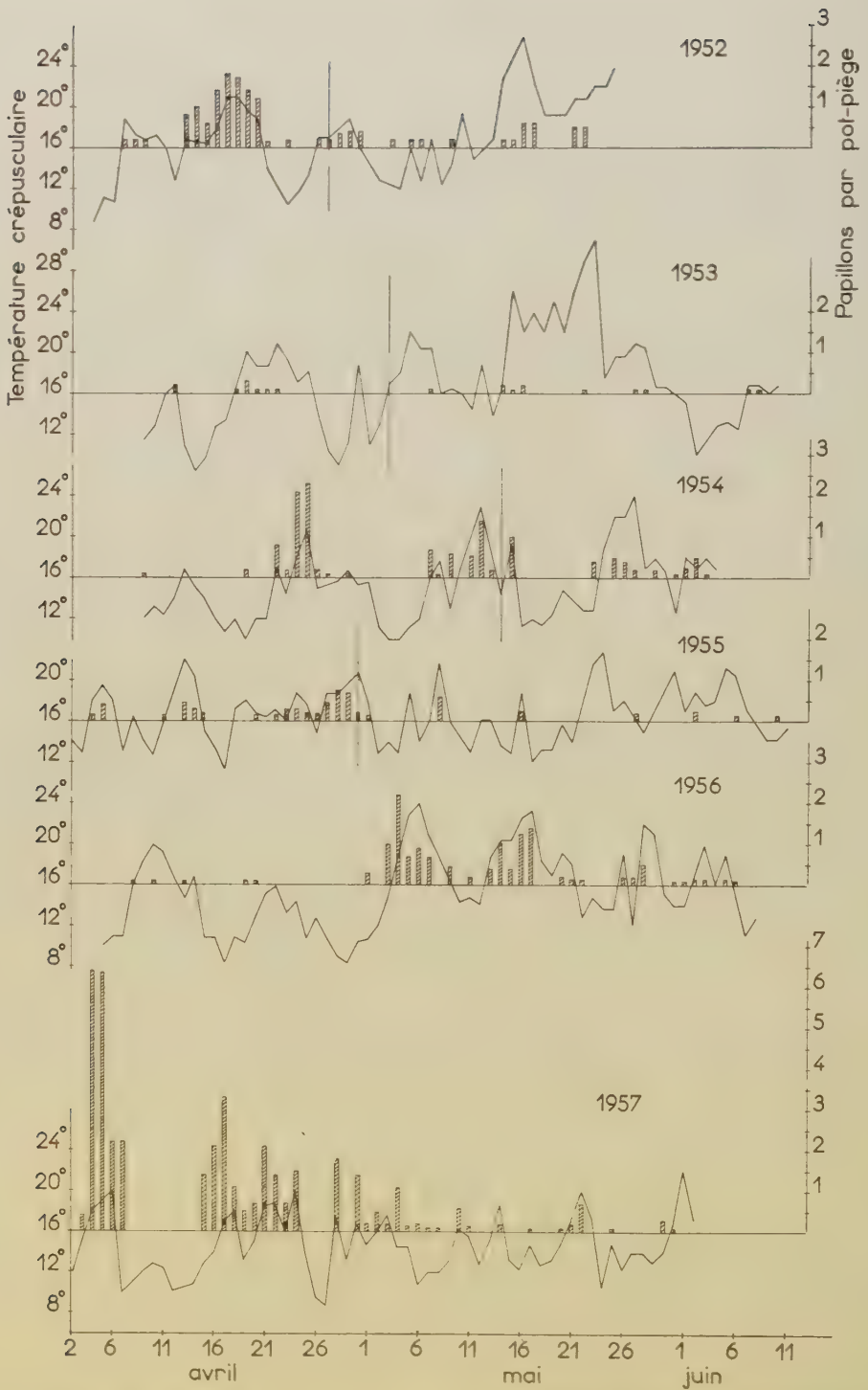


FIG. 26. — *Captures des papillons de* G. molesta *par les pièges alimentaires et températures crépusculaires au printemps.*
(Le trait vertical indique la fin des émergences en verger).

printaniers trouvent de meilleurs conditions de ponte, ce qui entraîne une première génération plus abondante.

Nous n'avons pu pratiquer de piégeages printaniers dans de tels vergers, mais la comparaison du rendement du piégeage lors de la première génération permet de se faire une idée du démarrage beaucoup plus rapide des générations estivales.

En 1950, au cours du mois de mai à Labatut, les piégeages enregistrés près du fruitier ont été dix fois supérieurs à ceux de la Grande-Ferrade, alors qu'à partir du mois de juillet, le rapport des captures a varié de 0,4 à 2,2. Le graphique de la figure 26 indique des émergences en verger (situation nord). En 4 ans, la température crépusculaire avant cette date dépasse seulement 12 fois 20°C (3 jours en moyenne par an) et reste 60 jours au-dessous de 16°C (15 jours par an) pour 57 jours au-dessus. Les conditions marginales de ponte au printemps pendant la période d'émergence des insectes des vergers, ne sont réalisées qu'un jour sur deux en moyenne, ce qui limite la prolifération initiale en l'absence d'insectes provenant des locaux d'entreposage. Des insectes sortis plus tardivement auraient trouvé davantage de jours propices à la ponte et des températures favorisant une ponte plus abondante.

5° Conclusion

Nous avons donc fait ressortir trois conditions favorables à l'infestation printanière :

— l'importance de la population au moment de l'entrée en diapause, et par conséquent les conditions de ponte et de nutrition en septembre et octobre.

— la faible mortalité des chenilles hibernantes.

— les conditions favorables à la ponte au moment de l'émergence.

Or, de telles conditions sont rarement réalisées dans un verger de Pêchers dont le récolte est effectuée avant la fin d'août, comme le cas de la majorité des vergers commerciaux de la région (Roehrich 1954-2). A partir de la récolte et si l'aoûtement est normal, il n'existe plus aucune nourriture disponible pour les chenilles qui devraient hiberner ; le verger offre peu de situations propices à l'hibernation ; au printemps, les émergences sont précoces et les papillons rencontrent rarement des conditions favorables à la ponte. (Cas du verger de Lahontan cité au début du chapitre). Si la présence de Pomacés (Allen et Brunson 1943)ou de Pêches très tardives, ou encore de pépinières, permet aux chenilles destinées à hiberner de se nourrir, l'écueil de la trop grande précocité de l'émergence printanière subsiste toujours et, de toutes façons, la première génération n'est pas très abondante (Cas du verger de la Grande Ferrade). C'est seulement au cours de l'hibernation dans des locaux que l'Insecte trouve rassemblées toutes les conditions avantageuses : stock important d'individus hibernants, mortalité hivernale réduite, émergence tardive. C'est donc à proximité des hangars d'entreposage, fruitiers, etc., que l'on doit trouver les populations de première génération les plus importantes et c'est effectivement ce qu'on constate. (Cas du verger de Labatut cité au tableau 51).

C — LE PASSAGE SUR LES POMACÉES

Un autre point particulier de l'évolution des pullulations de Tordeuse du Pêcher consiste dans les déplacements de papillons aboutissant à l'attaque des Pomacées (Poires, Pommes et Coings) (Roehrich 1956).

Malenotti (1941) avait déjà noté l'absence de l'Insecte dans les plantations homogènes de Poiriers jusqu'au mois de juillet. Cette absence de dégâts pouvait être due soit à l'impossibilité pour les jeunes chenilles de pénétrer dans les fruits non mûrs, soit à l'absence même de pontes par suite de la non présence des papillons. Or, les pommes non mûres pouvant être attaquées, comme nous l'avons vu dans la première partie, c'est à l'absence même de papillons que l'on doit imputer l'absence de dégâts. Allen et Plasket (1958) ont remarqué le rôle important des pommiers abandonnés comme refuge pour les insectes lors des dernières générations, et remarqué la faiblesse des attaques en 2e génération.

Le piégeage nous a permis de réunir un certain nombre de renseignements concernant les migrations des imagos en dehors des vergers de Pêchers.

Précisons que les papillons peuvent parfaitement être capturés en dehors de tout verger, ce qui indique qu'ils quittent les pêchers en tous sens et ne se dirigent pas sélectivement vers les arbres capables d'assurer leur ponte. Toutefois les captures restent faibles : 1,9 papillon par piège dans un vignoble du 11 juin au 20 août, au lieu de 36,5 dans les pommiers, les papillons se concentrant sur ces arbres.

Effectué en comparaison dans des vergers contenant ou non des pêchers, le piégeage montre nettement la rareté des papillons au milieu des poiriers pendant les premières générations, puis l'arrivée de ceux-ci à la fin de l'été (tableau 52).

TABLEAU 52

Rapport des captures entre un verger de poiriers et un verger mixte à Labatut

	1949	1952
Mai	0,17	0,11
Juin		
1er quinzaine	0	0,15
2e quinzaine	0	0,17
Juillet		
1er quinzaine	0,04	0,07
2e quinzaine	0,02	0,06
Août		
1er quinzaine	0,10	0,06
2e quinzaine	0,14	0,64
Septembre		
1er quinzaine	0,74	0,62
2e quinzaine	0,32	

Si on effectue cette comparaison sur des cordons de Pommiers situés le long d'un verger de pêchers, l'accroissement est plus rapide et plus important, les papillons provenant des pêchers se concentrant sur le seul rang de pommiers.

Les dégâts sur Poires par exemple dépendent par conséquent de leur date de cueillette par rapport à l'arrivée des papillons dans le verger.

Dans une plantation de poiriers traités jusqu'à mi-août contre le Capocapse, les attaques de la Tordeuse du Pêcher ont atteint à Langoiran :

0,8 p. 100 ..... des Beurré Clairgeau récoltées le 14 septembre

0..... des Alexandrine Drouillard et Président Drouard récoltées le 27 septembre

9,27 et 18,6 p. 100.... des Passe Crassane et Notaire Lepin récoltées le 8 octobre.

TABLEAU 53

Rapport des captures entre un cordon de Pommiers et dans un verger de Pêchers à la Grande-Ferrade

		1951	1952	1953	1954	1955	1956
Avril	1					0,33	
	2		1,57		1,16		0,81
	3					0,31	
Mai	1		1,27	1,19	0,85		0,96
	2						0,42
	3	1,80	1,53		0,19	1,08	0,37
Juin	1		0,34				0,86
	2		0,49	0	0,11		2,98
	3		0,43	0	0,31	0,98	0
Juillet	1		1,08	0,61	0,30	0,87	0,51
	2	0,76	0,94	0,55	1,19	1,36	0,26
	3	0,38	1,96	0,68	1,03	0,89	0,47
Août	1	1,28	1,84	0,26	1,11	1,56	0,95
	2	2,58	4,05	0,23	1,16		1,22
	3	2,95	8,51	0,25		1,91	1,61
Septembre	1	7,85	5,83	0,60	2,81	4,02	1,11
	2	5,16	4,68	0,63	3,39	1,83	1,53
	3	10,31		0,75	1,48	6,44	0,61
Octobre	1	4,95	0,94	0,68	1,03	2,30	0,73
	2				1,75		0,34
	3			3,00	0,88		0,62

D'une façon générale, les lisières des plantations sont plus attaquées, 24,5 des Passe-Crassane situées en bordure ont été trouvées véreuses en 1951 et seulement 8,7 p. 100 de celles situées au cœur du verger.

Les dégâts sur Poires provenant d'insectes venus des Pêchers, dépendent par conséquent de la pullulation sur ces arbres et de la situation des Poiriers par rapport aux Pêchers infestés.

D. — Évolution des populations dans les vergers de Pêchers et essais d'explication par les facteurs d'ambiance

L'évolution des populations au cours d'une saison a été étudiée au moyen de comptages de pousses par SNAPP et SWINGLE (1929) et par ALLEN et PLASKET (1958) et au moyen de piégeages alimentaires par MALENOTTI (1936). ALLEN et PLASKET qui ont effectué le travail le plus complet, ont étudié les variations du niveau des attaques pour comparer les vergers régulièrement traités aux vergers sans soins, aux jeunes vergers et aux pépinières, mais n'ont pas cherché à élucider l'action des conditions climatiques sur la pullulation. D'autre part, on trouve fréquemment dans les monographies des comparaisons entre les dates d'apparition des stades biologiques, différentes années, mais qui ne tiennent pas compte des niveaux de population.

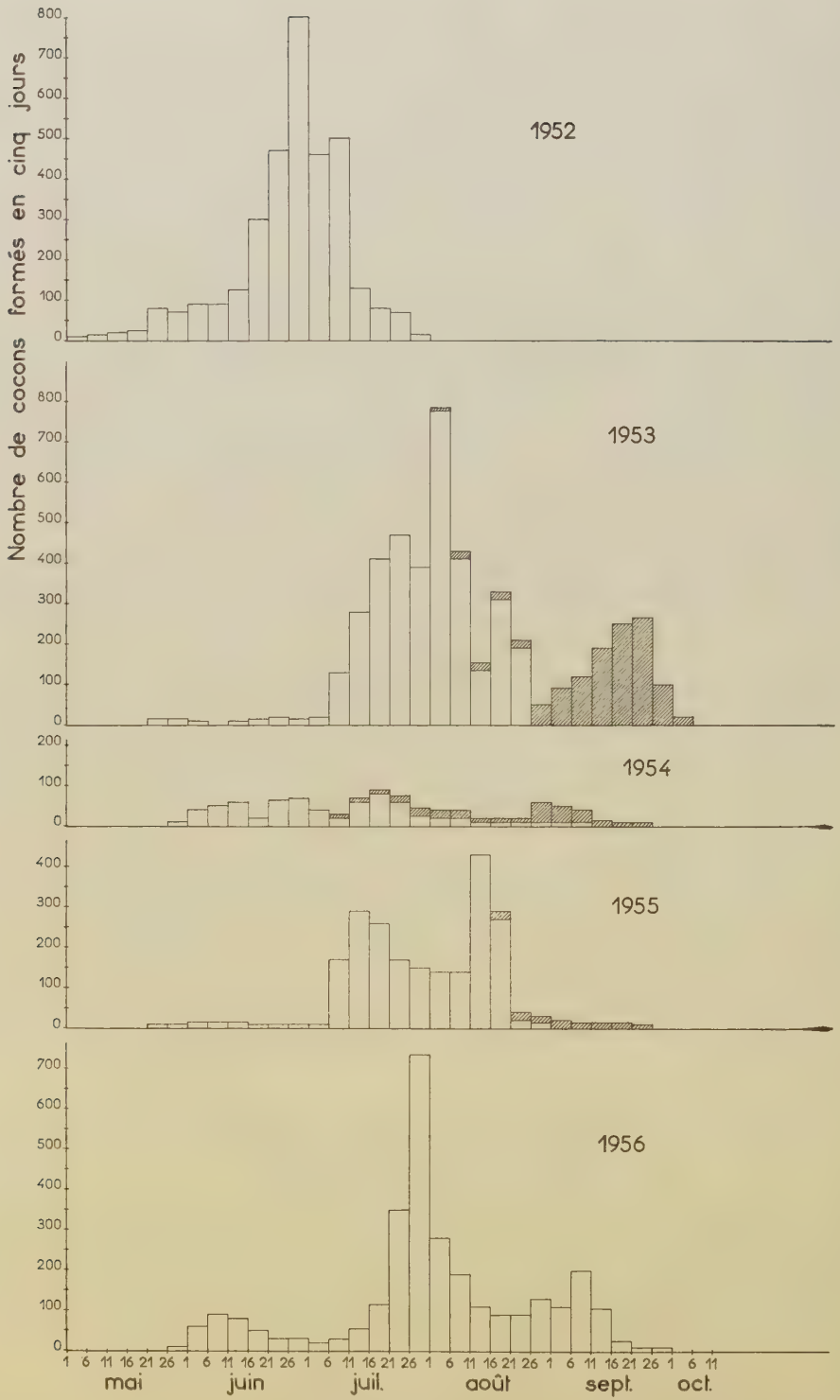


FIG. 27. — *Cocons formés par périodes de cinq jours à la Grande-Ferrade de* 1952 *à* 1956.
— En noir : à partir de chenilles nourries sur pousses.
— En blanc : à partir de chenilles nourries sur Pêches.

Nous avons effectué des piégeages continus de 1946 à 1957 au verger de la Grande-Ferrade, et de 1949 à 1952 à Labatut (Landes). De plus, nous avons compté directement les dégâts de 1952 à 1957 à la Grande-Ferrade. Nous avons donc pu suivre pendant plusieurs années l'évolution des populations.

1° ÉVOLUTION DES POPULATIONS AU VERGER DE LA GRANDE FERRADE

Dans un verger en gobelet greffé en 1949, nous avons recensé la population pendant 6 ans en récoltant et comptant les dégâts abandonnés par les chenilles âgées, sauf en 1956 et 1957, où nous avons récolté toutes les pousses attaquées et relâché ensuite les papillons qui en étaient issus. A partir de 1946 d'autre part, nous avons effectué des piégeages que nous avons continué jusqu'en 1957.

En premier lieu, nous allons étudier les six années pour lesquelles nous possédons des données de numération directe et nous utiliserons ensuite les piégeages pour tenir compte des années précédentes, avec toutes les réserves qu'implique ce procédé.

a) *Comparaison des années* 1952 *à* 1957

Nous donnons ici deux groupes de courbes et d'abord celles concernant la formation de cocons (fig. 27 et 28), plus faciles à interpréter puisqu'on ne fait pas intervenir la mortalité nymphale ni la longévité, ensuite les courbes de population

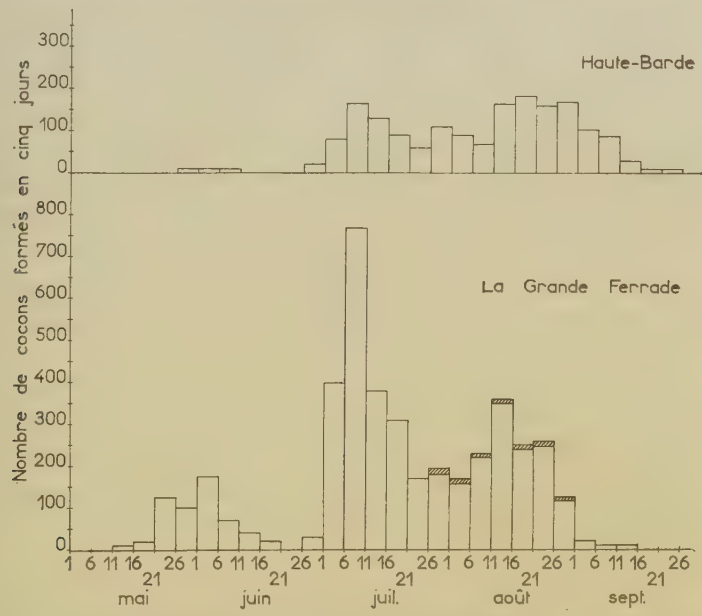


FIG. 28. — *Cocons formés par périodes de cinq jours à la Grande-Ferrade et à Haute-Barde en* 1957. (même légende que la fig. 27).

(fig. 29) plus complexes que les précédentes, mais ayant l'avantage de permettre les comparaisons avec le piégeage et le calcul du taux apparent de multiplication.

A partir de ces deux groupes de courbes, nous pouvons essayer d'interpréter les fluctuations de population en utilisant les données climatiques et ce que nous savons de leur influence, soit directe, soit indirecte, par l'intermédiaire du végétal.

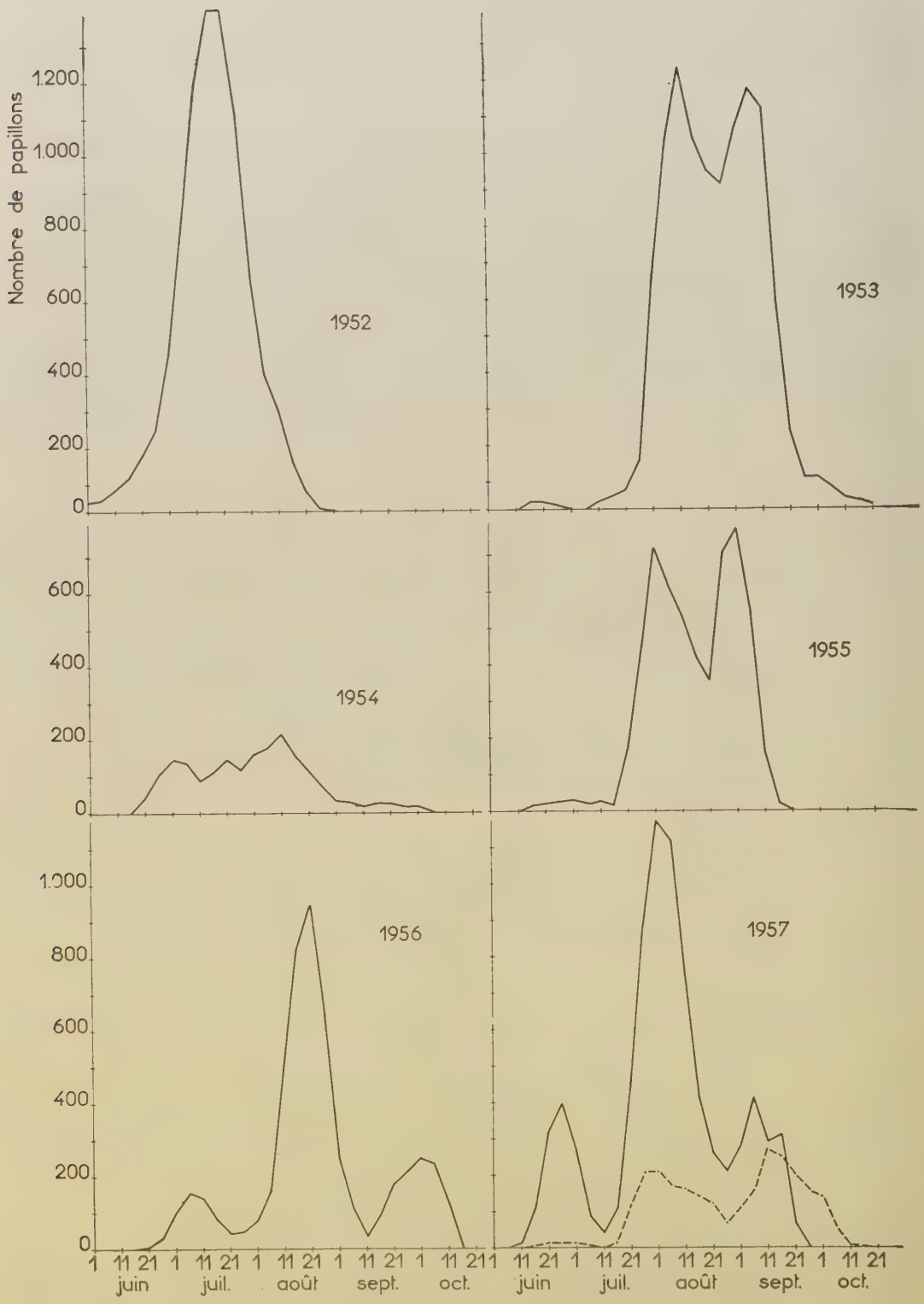


FIG. 29. — *Population autochtone au verger de la Grande-Ferrade de* 1952 *à* 1957.
En trait interrompu : population au verger de Haute-Barde.

En 1952, la première génération fut abondante et précoce. Dès le 15 juin, on notait déjà 525 cocons formés alors qu'il fallait attendre un mois plus tard pour atteindre le même nombre les quatre années suivantes (15 juillet 1953, 20 juillet 1954, 16 juillet 1955, 17 juillet 1956). L'explication est à rechercher dans les températures d'avril et de mai, qui, excédant respectivement la moyenne de 1°8 et de 2°25, favorisèrent la ponte et accélérèrent la croissance des chenilles.

Cependant, la sécheresse (154 mm d'eau d'avril à juillet au lieu de 244 mm) a provoqué l'arrêt précoce de croissance des pousses et a limité les possibilités de vie des chenilles, d'autant plus que les fruits étaient alors peu nombreux. (Les chiffres de nymphose donnés pour juillet sont très supérieurs à la réalité, car nous n'avons pas séparé, comme les années suivantes, les mines abandonnées pour la nymphose, des dégâts prématurément avortés, très nombreux alors). Les attaques cessèrent donc presque complètement dès le début de juillet et il n'y eut pas de reprise à l'automne du fait du déficit thermique important de septembre (3°0).

En 1953, après une première génération peu abondante en raison de la rareté des hibernants en 1952, et par conséquent des papillons printaniers en 1953, les seconde et troisième générations profitèrent d'une pousse abondante due à la pluviosité (281 mm en 4 mois). La sécheresse d'août (14 mm au lieu de 62 mm en année moyenne) détermina l'arrêt des attaques sur pousses et une abondante attaque des pêches, les températures restant très favorables à la ponte.

1954, malgré une première génération sensiblement plus abondante par suite du plus grand nombre de papillons printaniers, resta une année à faible pullulation. Comme en 1952, le déficit des pluies, d'avril à juillet (il est tombé également 154 mm), amena l'aoûtement précoce et le passage sur fruits. Comme toujours en pareil cas, celui-ci fut accompagné d'une baisse de la population par suite de la déperdition de néonates dans le trajet feuille-fruit. Agissant sur une première génération moins nombreuse et plus tardive qu'en 1952, cette sécheresse empêcha tout accroissement et il ne fut guère formé plus de cocons en deuxième génération qu'en première. Enfin, un déficit thermique considérable (1°2 en juin, 2°4 en juillet, 1°7 en août, 0°7 en septembre par rapport à la normale), joint à des pluies abondantes en août (110 mm au lieu de 50) entravèrent le développement de la troisième génération.

1955, débuta à peu près comme 1953. Cependant, bien que la pluviosité d'avril à juillet atteignit 301 mm, la pousse des Pêchers fut moins active par suite d'un traitement trop tardif contre la cloque, et le nombre des cocons resta par conséquent fort au-dessous du niveau atteint en 1953. Si les attaques sur fruits furent moins abondantes qu'en 1953, il faut en rechercher la raison dans la destruction prématurée de ceux-ci par le *Monilia* et par la Mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied).

1956, au contraire fut très différente. Le froid ayant retardé les émergences de printemps, la première génération fut tardive, mais d'emblée abondante, par suite des bonnes conditions de ponte rencontrées en mai (voir chapitre sur les pullulations printanières). La deuxième génération fut particulièrement abondante et on assista pour la première fois à une pullulation sur pousses au mois de septembre. Ce phénomène doit être attribué à la pluviométrie excédentaire d'avril à septembre (47 mm en avril, 65 en mai, 62 en juin, 90 en juillet, 107 en août, 87 en septembre) joint à un déficit thermique estival (17°8 au lieu de 19°6) qui a retardé l'aoûtement.

Nous n'avons pas pu étudier l'attaque sur fruits : elle fut tardive mais importante en septembre.

En 1957, comme en 1952, la première génération fut abondante et précoce, 540 cocons furent tissés avant le 15 juin. Toutefois, le déterminisme est entièrement différent : ce n'est pas grâce aux conditions favorables à la ponte que les chenilles furent nombreuses, mais par suite du nombre particulièrement élevé des papillons printaniers (36,2 au lieu de 4,5 en moyenne les 5 années précédentes). C'est d'ailleurs à la précocité de ceux-ci, conséquence des excédents thermiques de février et mars (3°1 et 3°3 respectivement sur la moyenne) et non à la rapidité de développement des chenilles, qu'est due l'avance dans la date de formation des cocons.

Les autres générations se déroulèrent normalement : la pluviosité fut assez abondante pour la pousse (265 mm d'avril à juillet) et des températures estivales inférieures de 1° environ, ne constituent pas en été un facteur limitant à la pullulation. Le peu d'attaques rencontrées sur les Pêches tient à ce que les arbres de variété très tardive, ou étaient morts, ou n'ont porté que peu de fruits.

De la comparaison de ces six années, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

— Les conditions d'émergence printanière déterminent l'importance de la première génération. La précocité de celle-ci est sous la dépendance de la date de sortie des hibernants, donc de la température de février-mars, de la rapidité de développement des chenilles, et par conséquent de la température d'avril-mai.

— L'importance des générations suivantes n'est plus que faiblement influencée par la température. Mais le facteur limitant devient alors la nourriture, une sécheresse prolongée entravant la multiplication de l'Insecte, surtout en l'absence de fruits, Tout autre facteur agissant sur l'état des pousses peut également gêner la pullulation. Il faut noter à ce sujet que cet arrêt de végétation détermine l'attaque des fruits et que par conséquent, malgré la baisse de pullulation qui s'ensuit, l'importance économique de l'Insecte ne fait que croître.

b) *Comparaison des années* 1946-1948-1950-et 1951

Pour ces années, nous ne disposons que des données de piégeages. Nous avons vu dans le chapitre précédent la difficulté d'interprétation et le manque de fidélité de la méthode. Cependant, il est possible de comparer les piégeages effectués à la même époque. Nous allons donc porter dans la tableau 54 le total des captures effectuées dans 10 pots-pièges et essayer de tirer quelques enseignements de la confrontation des chiffres.

En ce qui concerne la génération printanière, nous trouvons une année précoce, comparable en cela à 1957 : 1948. Comme en 1957, elle fut caractérisée par une température excédentaire en février (+ 0,9) et surtout mars (+ 3,0). 1951 au contraire se caractérise par une génération printanière peu importante, mais il faut noter que le verger dans lequel on avait piégé jusqu'en 1950 était arraché et que le nouveau verger n'avait pas encore produit de récolte.

Le phénomène le plus remarquable lors de la pullulation des premiers papillons d'été est le retard considérable de leur apparition en 1951 par suite du déficit thermique de mai (1°3) et juin (0°7). Mais ensuite les multiplications furent rapides, ce qui s'expliquent par la pousse abondante du fait de l'âge du verger nouvellement

installé et des pluies abondantes (309 mm d'avril à juillet), et par les températures favorables en juillet (20°6 en moyenne). Un mois d'août froid (déficit de 1°8) et pluvieux (90 mm), joint au manque de fruits, arrêta l'expansion de l'Insecte.

TABLEAU 54

Captures dans 10 *pots pièges à la Grande-Ferrade*

		1946	1948	1950	1951
mars		0	18	0	0
avril	1e quinzaine	0	16	18	0
	2e —	11	14	17	7
mai	1e quinzaine	18	5	14	2
	2e —	0	8	7	3
juin	1e quinzaine	4	16	20	1
	2e —	64	19	15	0
juillet	1e quinzaine	15	35	84	15
	2e —	96	25	183	40
août	1e quinzaine	157	20	59	48
	2e —	36	68	36	138
septembre	1e quinzaine	61	99	38	106
	2e —	210	346	50	75
octobre	1e quinzaine	105	85	85	35
	2e —	14	3	10	1

Pendant les années 1946-1948 et 1950, nous avons piégé dans un verger en contre-espalier, où il est probable que les conditions de captures différaient de celles régnant dans le verger utilisé ensuite. On ne peut donc comparer ces trois années qu'entre elles et non aux suivantes.

1946, montre une progression continue des maximums (64 en première génération, 157 en deuxième, 210 en troisième génération), indiquant des conditions convenables de multiplication d'un bout à l'autre de l'année. L'influence de la sécheresse (162 mm seulement d'avril à juillet) est donc moins sensible que dans le verger en gobelet : il est vrai qu'il subsiste, du fait de la taille d'été, des pousses jeunes toute l'année.

En 1948, les populations furent plus lentes à s'établir. On doit rapprocher le fait de la précocité des sorties printanières suivies de longues périodes non favorables à la ponte. Mais une pluviosité plus élevée (217 mm pendant les 4 mois) assura une multiplication considérable en septembre. Ce n'est qu'en 1957 que nous avons capturé plus de papillons par piège.).

En 1950. — c'est la génération de juillet qui fut la plus importante, à la faveur des hautes températures de juin (21°C). Le verger étant destiné à être arraché ne subit pas de taille en été et les pousses tendres devinrent rares. La génération d'automne fut bien moins importante qu'on aurait pu prévoir.

2° ÉVOLUTION DES POPULATIONS — COMPARAISON ENTRE DEUX VERGERS DU PONT-DE-LA-MAYE

Le dernier graphique (fig. 29) montre les populations en 1957, dans deux vergers du Pont-de-la-Maye, situés à quelques centaines de mètres l'un de l'autre. Le verger de la Grande-Ferrade, planté en 1949, est alors formé d'arbres en gobelets

en mauvais état végétatif, avec beaucoup de manquants, mais portant des fruits. Le sol est couvert d'un mulching formé d'une épaisse couche de paille.

Le verger de Haute-Barde, planté en 1955, est également formé de gobelets ; mais leur état végétatif est meilleur, et ils n'ont pas encore porté de récolte. Le sol est cultivé dans tous les sens et par conséquent ne porte aucune végétation adventice.

Le piégeage a déjà révélé une grosse différence entre les populations printanières puisqu'à la Grande-Ferrade on a capturé 36,2 papillons par piège, et à Haute-Barde seulement 2 papillons pour 9 pièges. La presque inexistence de papillons printaniers peut s'expliquer par l'absence de fruits en 1956 et par la culture du sol qui a certainement détruit les cocons formés à partir des chenilles nourries sur pousses, assez nombreuses en 1956 en septembre.

A partir de ces populations initiales très différentes, les fluctuations d'abondance se sont produites à peu près aux mêmes époques. Mais alors qu'à la Grande-Ferrade du fait de l'aoûtement et de l'arrêt de végétation plus précoce, le sommet absolu de la courbe se situe au moment du maximum du 1er août, il est reporté au moment du maximum du 11 septembre à Haute-Barde. Finalement, à partir d'un niveau très différent en début de saison, les populations dans les deux vergers finissent par se rapprocher l'une de l'autre en automne.

Voyons maintenant plus en détail le rythme d'accroissement de la population au cours de l'année. A l'aide des données d'élevage, il est possible de ramener le nombre de cocons formés pendant un intervalle donné de temps au nombre de femelles existant dans le verger au moment du dépôt des œufs correspondant (fig. 30). Il est également possible, en considérant que lors des ramassages on repère tous les dégâts datant de 5 jours, de connaître le nombre de pénétrations consécutives à la ponte d'une femelle à tous moments (fig. 31).

Nous n'avons pas tenu compte dans les courbes, des pontes totales journalières inférieures à 1 pour les 70 arbres des vergers, ainsi que les pontes par femelle inférieures à 0,1. C'est pour cela que les pontes printanières n'apparaissent pas pour le verger de Haute-Barde. Elles sont en effet pour les différentes périodes du 1er avril au 5 mai : 0-0,2-0,8-1,0-0,4-0,4. Il apparaît sur la figure 30 que dans les deux vergers, le ponte efficace, (c'est-à-dire à l'origine d'un cocon) par femelle, décroît de juin à septembre mais reste toujours supérieure à Haute-Barde. Comme nous avons compté pour les femelles lors du calcul de la population, une longévité de 15 jours, il faut multiplier par 15 la ponte efficace journalière pour avoir la ponte efficace totale d'une femelle. Au-dessous de 0,14 cocon par jour par conséquent, le remplacement des adultes n'est plus assuré ($0{,}14 \times 15 = 2{,}1$) même si la mortalité des cocons était nulle. Ce seuil est atteint le 25 juillet à la Grande Ferrade et seulement le 10 août à Haute-Barde. Or, nous voyons dans la figure 31 qu'à ce même moment, les pénétrations consécutives aux pontes d'un même nombre de femelles sont aussi nombreuses à la Grande Ferrade qu'à Haute-Barde. C'est donc dans la plus grande proportion des dégâts avortés avant le complet développement de la chenille qu'il faut chercher la cause de la décroissance plus rapide de la population à la Grande-Ferrade. Plus tard, au mois d'août, le nombre de dégâts lui aussi décroît, l'aoûtement empêche les pénétrations comme nous l'avons vu dans la première partie et les chenilles, ou bien attaquent les fruits, ou meurent.

Au mois de juin, nous voyons des fécondités apparentes particulièrement élevées à Haute-Barde (10 œufs par jour, soit 150 par papillon). Il est presque certain qu'ont

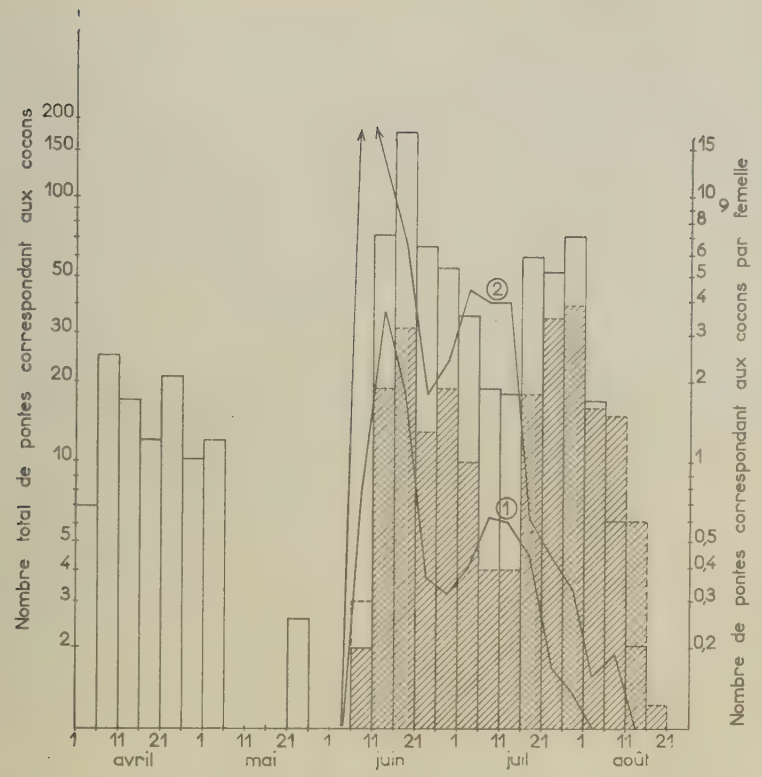


FIG. 30. — *Nombre d'œufs à l'origine de cocons à la Grande-Ferrade et à Haute-Barde en* 1957.
(ordonnées logarithmiques)
Rectangles blancs : nombre total d'œufs à la Grande-Ferrade.
Rectangles hachurés : nombre total d'œufs à Haute-Barde.
Courbe 1 — nombre d'œufs à l'origine de cocons par femelle à la Grande-Ferrade.
Courbe 2 — nombre d'œufs à l'origine de cocons par femelle à Haute-Barde.

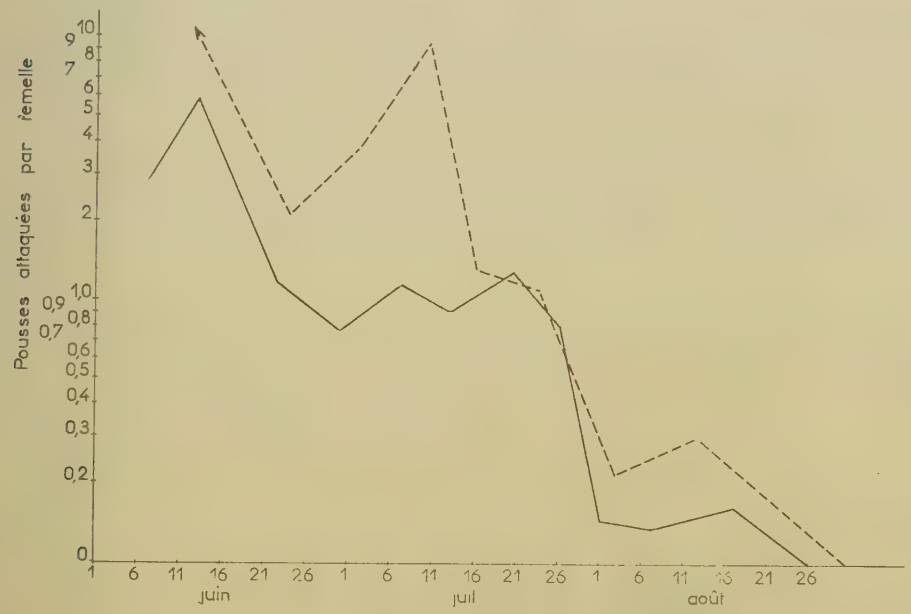


FIG. 31. — *Nombre de pénétrations consécutives à la ponte d'une femelle à la Grande-Ferrade et à Haute-Barde*
(ordonnées logarithmiques)
Trait plein : à la Grande-Ferrade.
Trait interrompu : à Haute-Barde.

eu lieu des déplacements de papillons et que l'augmentation considérable des dégâts en deuxième génération par rapport à la première n'est pas due uniquement aux papillons nés sur place. Nous n'avons fait de prélèvements que sur les arbres d'un rectangle de 10 arbres sur 7 rangs, il est possible qu'il y ait eu au printemps quelques situations plus attaquées dans le verger, à partir desquelles les papillons se sont répandus au mois de juin.

En conclusion, nous tirons de la confrontation des populations dans deux vergers très voisins, trois enseignements :

1. — la différence considérable apportée par l'importance de la génération printanière.

2. — l'influence de l'état végétatif sur la multiplication de l'Insecte.

3. — dans l'un et l'autre cas, la population sur pousses décroit trop vite pour permettre l'hibernation d'un nombre important de chenilles.

3° COMPARAISON DES PIÉGEAGES A LABATUT ET A LA GRANDE FERRADE

De 1949 à 1952, le piégeage des papillons a été mené à la fois à la Grande-Ferrade et dans un verger mixte Pêchers-Pommiers-Poiriers à Labatut dans les Landes. Ces postes fonctionnaient du 20 mai à la fin de septembre, à l'exception des 20 derniers jours de septembre 1949 à la Grande-Ferrade et de la deuxième décade d'août 1952 à Labatut. Les résultats des piégeages sont donnés dans le tableau 55.

TABLEAU 55

Captures à Labatut et rapport entre les captures à Labatut et à la Grande-Ferrade

	1949		1950		1951		1952	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Mai 3e décade	5,8	5,8	10,2	10,2	9,2	4,0	6,0	4,4
Juin	19,8	7,6	24,0	6,8	6,7	41,8	22,5	1,1
Juillet	54,2	2,7	15,5	0,6	8,5	1,6	15,3	0,8
Août	16,6	2,7	15,1	1,6	15,8	0,6		
Septembre	12,3		7,9	0,9	8,0	0,4	2,7	1,4

1 = papillons capturés pour 10 pots-pièges.
2 = Rapport des captures à Labatut et au Pont de la Maye.

Pendant la fin de la génération printanière et le début de la première génération printanière et le début de la première génération, les captures à Labatut, verger mixte possédant un hangar d'emballage avec dépôt de cageots, sont nettement supérieures tous les ans. Il est à noter qu'en 1952, où cette supériorité est nettement plus faible, la première génération a commencé plus tôt et a été particulièrement abondante : la perturbation occasionné par la sortie tardive des insectes des locaux a été masquée par cette masse importante de papillons.

La baisse relative des populations à Labatut est imputable à l'état déficient des pêchers dans ce verger, la nutrition sur pousses assurant une meilleure multiplication de *G. molesta* comme nous l'avons vu plus haut.

Cependant, indépendamment de ces différences, tenant avant tout à la composition, la situation et l'état du verger, nous pouvons opposer une concordance des dates des maximums de captures (fig. 32 et 33). Il n'y a pas plus de différence entre la

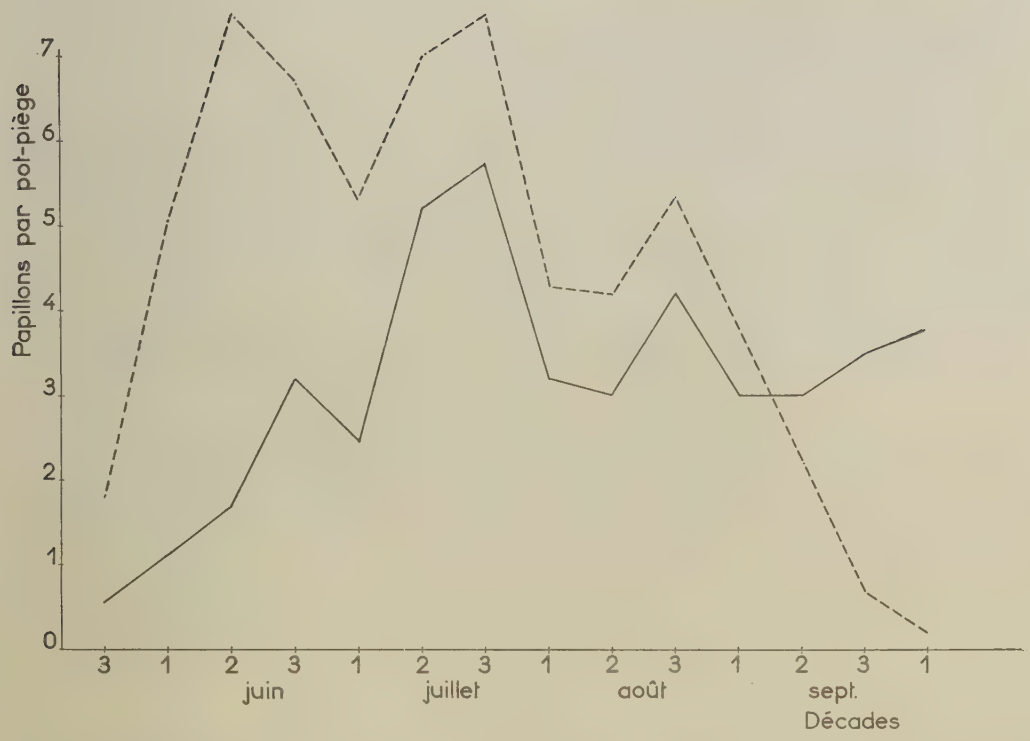


FIG. 32. — *Piégeages comparés à la Grande-Ferrade et à Labatut (moyenne* 1949-1952).
Trait plein : La Grande-Ferrade.
Trait interrompu : Labatut.

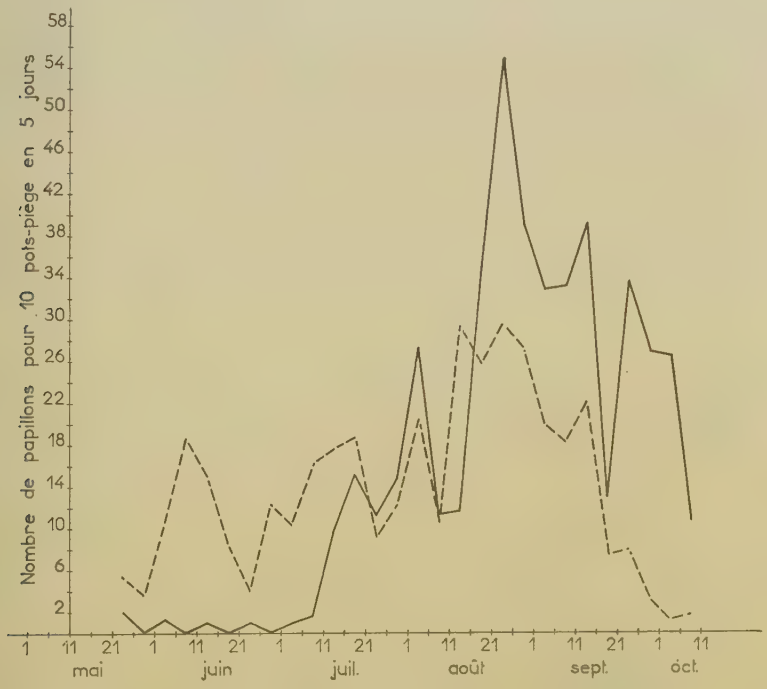


FIG. 33. — *Piégeages comparés à la Grande-Ferrade et à Labatut en* 1951.
Trait plein : la Grande-Ferrade
Trait interrompu : Labatut.

multiplication à Labatut et à la Grande-Ferrade qu'entre les deux vergers du Pont-de-la-Maye déjà étudiés (fig. 26).

4° COMPARAISON DE VERGERS DE PÊCHERS DE CHALOSSE ET DU BÉARN.

En 1957, nous avons fait tous les mois des prélèvement de pousses attaquées dans différents vergers situés dans un rayon de 6 km autour de Lahontan (Basses-Pyrénées).

1. — Verger de Pêchers, dans la Vallée, au Pont du Gave à Lahontan.

2. — Verger de Pêchers, avec quelques Pommiers, dans la vallée, à Larribère basse, à Lahontan.

3. — Verger de Pêchers de coteaux aux Guilhats, à Salies de Béarn.

4. — Verger de Pêchers situé a proximité de hangars et de Poiriers à Labatut (Landes).

Tous ces arbres étaient en production depuis au moins deux ans.

Les ramassages (4-5 juillet, 2-3 août, 10-11 septembre) correspondaient à la fin des 3 générations de chenilles. Les résultats sont donnés au tableau 56.

TABLEAU 56

Attaques des pousses dans des vergers de Pêchers autour de Lahontan

	Pont du Gave	Larribère basse	Guilhats	Labatut
4-5 juillet	1,5	2,2	3,8	38,7
2-3 août	9,4	5,5	15,4	4,8
10-11 septembre	5,5	3,1	9,6	aoûté

Ces chiffres ont l'intérêt de nous montrer, en plus de ce que nous avions déjà vu au sujet des vergers mixtes, que la population hibernante est très faible dans un verger de Pêchers isolé, même s'il a porté une récolte, pourvu qu'elle soit cueillie avant la fin d'août, ce qui était le cas (dernière variété : J. H. Hale). L'aoûtement limitant la population, celle-ci n'est jamais abondante.

En conclusion de l'étude des populations en verger de Pêchers, nous pouvons attirer l'attention sur :

1. — la variation importante des populations selon les conditions locales.

2. — La concordance des dates d'apparition des stades biologiques entre les différents vergers.

3. — L'importance des populations printanières dans l'avenir de la population.

4. — le rôle limitant de l'aoûtement.

5. — l'impossibilité de développement d'un stock hibernant important dans les vergers commerciaux.

D — LA POPULATION DANS LES PÉPINIÈRES

Nous grouperons dans ce chapitre, une étude comparée des populations en pépinière et en verger à la Grande-Ferrade en 1956 et des données provenant des comptages effectués lors de traitements en pépinières, tant à la Grande-Ferrade qu'à Marmande.

1° LA POPULATION EN 1956 A LA GRANDE-FERRADE — COMPARAISON AVEC LE VERGER

Aux environs de la Grande-Ferrade, nous avons effectué des comptages périodiques et des piégeages dans une pépinière renfermant un millier de plants de Pêchers. A la différence de la méthode employée dans le verger, nous n'avons compté et supprimé que les pousses abandonnées pour ne pas perturber la population. (Dans le verger, nous relâchions les papillons élevés à partir des pousses récoltées). Lorsque le nombre des attaques est devenu important, nous n'avons plus compté qu'un plant par variété, soit un plant sur 4 à 6.

La pépinière était à sa première année de greffage.

a) *Relations entre le piégeage et la population*

Pendant le déroulement des générations estivales, la fraction de la population autochtone capturée fut plus faible que dans le verger. Par exception, tout à fait au début, des papillons furent capturés alors qu'aucun n'était encore sorti des chenilles de première génération nées dans la pépinière : ils provenaient donc certainement d'apports extérieurs (Tableau 57).

TABLEAU 57

Relations entre les piégeages des imagos de G. molesta *et les populations en pépinières et en verger en* 1956 (*pourcentage moyen de papillons piégés par jour par rapport à la population*

		Verger	Pépinière
juin	3e décade	3,7	0,0
juillet	1e décade	1,5	2,0
	2e —	1,1	0,8
	3e —	0,9	0,8
août	1e décade	0,5	0,2
	2e —	1,4	0,2
	3e —	1,7	0,2
septembre	1e décade	3,7	0,3
	2e —	4,5	0,3
	3e —	7,8	0,5
octobre	1e décade	2,3	0,2
	2e		0,3

L'attractivité des pièges diminue au fur et à mesure que les plants deviennent plus touffus. Il n'a pas été possible de connaître la fraction de la population capturée au cours de la génération printanière, alors que le plant ne présente qu'une seule pousse d'une dizaine de centimètres. On doit cependant supposer qu'elle était au contraire très élevée en pépinière : en effet, à 56 papillons capturés correspondaient 120 cocons de 1re génération, tandis que nous avons vu que dans le verger, à 104 papillons capturés correspondaient 460 cocons, soit deux fois plus par papillon.

b) *Comparaison des fluctuations de population en verger et en pépinière*

La figure 34 montre en comparaison les populations déduites des comptages en verger et en pépinière, en 1956.

Les principales différences consistent :

1. — dans le retard de la première génération enregistré dans la pépinière. On nota une seule attaque avant le 29 mai malgré la grande facilité d'observation, alors que la pousse démarrait à peine.

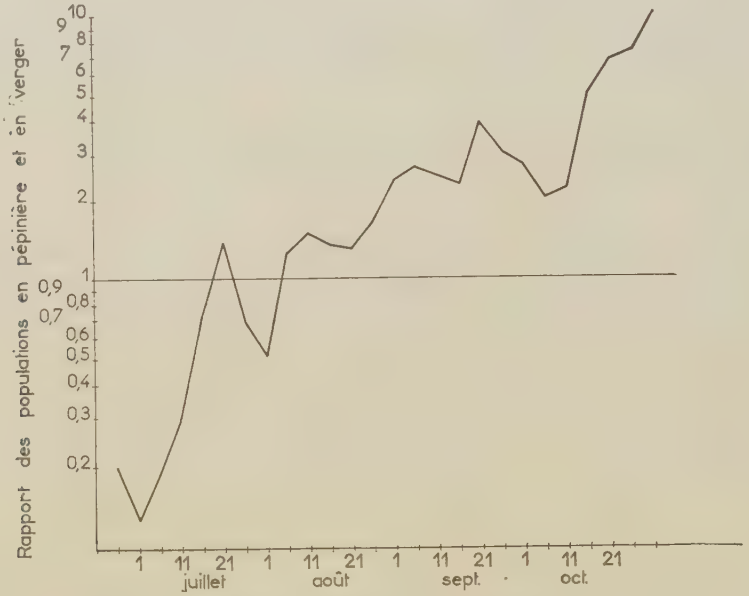


FIG. 34. — *Rapport des populations en pépinière et en verger au Pont-de-la-Maye en* 1956. (ordonnées logarithmiques)

2. — Dans l'importance relative de plus en plus marquée des pullulations en pépinière au fur et à mesure que l'on avance dans le temps. En septembre, le sommet de la courbe atteint presque 61 p. 100 de celui d'août, au lieu de 28 p. 100 seulement en verger.

c) *Taux d'accroissement des populations*

En pépinière, le nombre de cocons provenant de la ponte d'une seule femelle est supérieur à celui obtenu en verger (Tableau 58).

TABLEAU 58

Nombre de cocons correspondant à la ponte journalière d'une femelle de G. molesta *en* 1956

Date	Descendance journalière d'une femelle	Rapport des descendances en verger et en pépinière
26 Juin.....	10,0	0,10
6 Juillet.....	8,5	0,22
16 Juillet.....	4,3	0,39
26 Juillet.....	0,5	0,58
6 août.....	0,5	0,26
16 août.....	0,15	0,27
26 août.....	0,08	0,25
6 septembre.....	0,037	plus de cocons en verger
16 septembre.....	0,025	
26 septembre.....	0,021	

Comme nous l'avons vu plus haut, les deux premiers chiffres, très élevés indiquent la présence de papillons venus d'ailleurs. Une ponte de 10 œufs par jour, soit 150 en tout est supérieure à la moyenne obtenue dans les meilleures conditions.

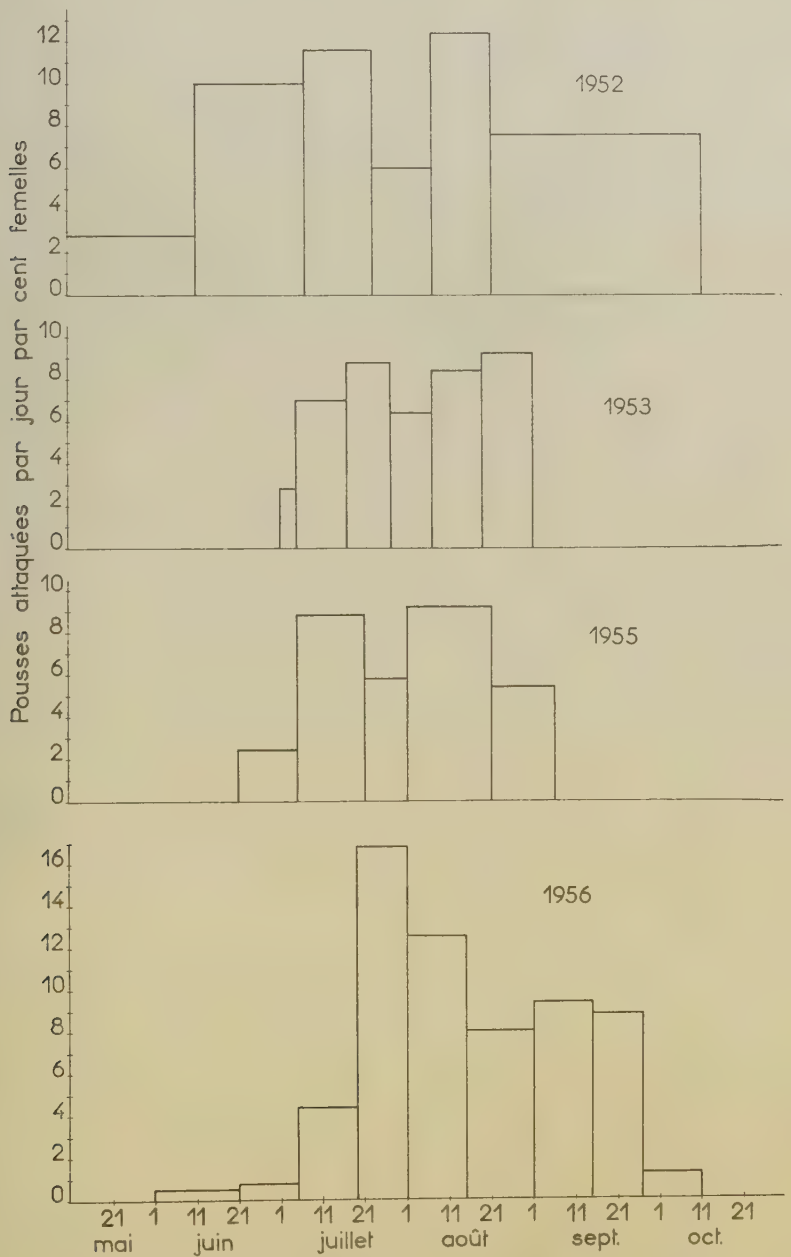


Fig. 35. — *Pousses attaquées par* G. molesta *au Pont-de-la-Maye.*
(en 1953 et 1955, les comptages cessèrent le 1er et le 7 septembre respectivement.)

La ponte efficace diminue rapidement, mais pas si vite qu'en verger, comme le montrent les chiffres de la deuxième colonne. Le taux de multiplication reste d'ailleurs toujours au-dessus du taux observé dans le verger : cela s'explique facilement par la pousse plus active des extrémités.

La pépinière assure mieux que le verger la survie de populations importantes jusqu'à l'automne. Toutefois, étant peu attaquée au printemps, elle ne saurait non plus fournir des proies à un parasite spécifique, pendant toute la période d'activité.

2° PULLULATION DANS LES PÉPINIÈRES AUX ENVIRONS DE LA GRANDE FERRADE DE 1952 A 1956

Pour les années 1952, 1953 et 1955, nous ne disposons que du nombre des attaques relevées à des intervalles variables. Ce sont ces données que nous avons reportées sur la figure 35 en comparaison avec celles de 1956.

Les attaques avant le premier comptage ont toujours été faibles. Nous ne les avons pas comptées en 1952 ni en 1953, mais elles étaient de 8 pousses pour 100 plants en 1955 et de 0,3 en 1956.

La comparaison avec les vergers nous permet de remarquer un net parallélisme des attaques, en particulier l'avance de 1952 et le retard de 1956 apparaissent nettement.

La différence la plus constante consiste dans la prolongation des attaques en fin d'année, surtout en 1952 où le maximum de dégâts a été infligé aux plants en août, alors qu'à ce même moment, l'infestation du verger était presque nulle.

La comparaison des données du piégeage est plus difficile encore qu'en verger. Les conditions qui entravent l'efficacité des piégeages en juillet, se prolongent plus tard et les captures restent toujours plus faibles qu'en verger.

Nous avons noté une seule exception : en 1952, les pots-pièges de la pépinière ont capturé 3 fois plus de papillons en septembre et 4,5 fois en octobre que ceux du verger. Cette année-là, l'aoûtement avait presque complètement arrêté la multiplication dans le verger. Les captures relativement importantes effectuées en pépinière confirment que le faible quantité de papillons piégés dans le verger est dûe à leur petit nombre et non seulement aux conditions atmosphériques défavorables puisque le piégeage est resté possible en pépinière.

3° COMPARAISON DES ATTAQUES DANS DIFFÉRENTES PÉPINIÈRES DU LOT-ET-GARONNE ET DE LA GIRONDE

Au cours d'essais insecticides effectués, principalement à Marmande, les pousses attaquées ont comptées plusieurs fois dans l'année, ce qui a permis de reconstituer la marche de la pullulation dans ces pépinières (tableau 59).

Nous remarquons :

1. — Une importante différence entre les pépinières de coteaux et celles de vallées, ces dernières subissant des attaques plus nombreuses et surtout plus prolongées. Si, du point de vue agricole, les meilleures conditions de végétation compensent ces dégâts supplémentaires et permettent d'obtenir de plus beaux plants en vallée, du point de vue biologique, les pépinières de vallée sont seules susceptibles de nourrir les générations successives de l'Insecte jusqu'à l'hibernation et par conséquent d'assurer sa pérennité.

2. — Les pépinières non encore greffées sont beaucoup moins atteintes que les autres, particulièrement en début de saison. Ce fait est d'autant plus sensible que

le nombre de pousses dans une pépinière greffée de l'état précédent, est très faible au printemps, et, malgré cela, on en compte beaucoup plus d'atteintes par plant.

TABLEAU 59

Pousses attaquées par jour pour 100 *plants dans différentes pépinières de Marmande et Bagas*

	Pépinières de vallée		Pépinières de coteaux	
	avant greffage	plants greffés	avant greffage	plants greffés
1947 :				
5–18 juillet		1,0		8,6
18–24 juillet		3,0		4,7
24/7–12 août		2,6		3,7
12–18 août		16,9		2,1
19–28 août		10,1		0
28/8–12 Septembre		2,0		
12–17 Septembre		9,4		
17–30 septembre		1,9		
30/9– 4 novembre		0,7		
1949 :				
2 juin–21 juillet			0,1	0,1
21 juil.–23 août			0,1	1,6
23 août–20 septembre			0,3	0,2
1950 :				
19 juil.–19 août	0,5 (1)	5,2 (1)	2,2	4,3
19 août–27 septembre		1,2 (1)	pas de comptages	0,2
1951 :				
avant 26 juin		0		
26 juin–21 juillet		0,2		
21 juil.– 4 août		2,2		
4 août–29 août		1,5		
29 août–28 septembre		5,7		
1957 :				
avant 25 juin	0	1 attaque		
25 juin–26 juillet	0,2	0,9		
26 juil.–13 septembre	0,3	2,9		

(1) Pépinière traitée : efficacité voisine de 80 % ; en conséquence la population naturelle aurait dû être 5 fois plus importante.

En conclusion : la pépinière greffée offre un excellent milieu de pullulation pour la Tordeuse du Pêcher : les faibles populations printanières deviennent très abondantes en automne. Cependant, l'infestation primaire au printemps est très faible et la pépinière ne présente pas plus que le verger, un niveau important d'infestation pendant toute la période d'activité.

Conclusions de la deuxième partie

A la fin de la première partie de notre travail, nous avons déjà assayé de dégager les enseignements que nous avons pu tirer de l'étude des différents facteurs de l'ambiance sur le cycle vital de la Tordeuse du Pêcher (*Grapholitha molesta* Busck).

Ces données nous ont servi de bases pour l'étude des fluctuations des populations naturelles, objet principal de notre travail. Nous donnerons maintenant les principaux points acquis dans la connaissance du mécanisme de ces pullulations.

1. — Le piégeage alimentaire donne des chiffres de captures nullement proportionnels à la population réelle, ni même à l'activité des papillons. Son rendement est beaucoup plus bas en juillet, alors que les arbres sont touffus, qu'au printemps au moment du départ de la végétation, ou qu'en automne après l'aoûtement.

2. — L'importance de la première génération de l'année est sous la dépendance de la pullulation et donc des conditions de nutrition en septembre et octobre de l'année précédente, ainsi que de la température crépusculaire au moment de la sortie des hibernants. Les conditions de l'hiver ont moins d'influence.

3. — La pullulation en septembre et octobre, qui conditionne cette génération printanière, est favorisée soit par l'existence de pousses en état de végétation prolongée (pépinières irriguées), soit par la présence de fruits tardifs. Les vergers abandonnés, où les fruits sont laissés sur l'arbre, sont des sources particulièrement abondantes d'hivernants. Dans le cas contraire, la majorité des chenilles est ramenée à l'intérieur des locaux du fait de la récolte.

4. — Le lieu d'hibernation agissant sur les dates de sorties printanières influe sur le niveau de la ponte lors de la première génération : les papillons les plus tardifs ont en effet plus de chances d'avoir une descendance nombreuse. L'hivernation à l'intérieur retard cette sortie, c'est à proximité des locaux de stockage que l'on rencontre les populations précoces les plus abondantes.

5. — Les déplacements des papillons des Pêchers vers les Pomacées peuvent être suivis par des piégeages. L'époque de ces mouvements dépend de l'état végétatif des pousses de Pêcher : elle est d'autant plus précoce que l'aoûtement se produit plus tôt dans la saison.

6. — Le taux de multiplication des générations vivant sur les pousses est en relation avec l'état végétatif de ces dernières. Il diminue d'une génération à l'autre et finit en général par devenir insuffisant pour assurer le remplacement de la génération précédente, d'où baisse de la population au cours de l'année. Cette décroissance est d'autant plus précoce et plus accusée que la pousse est davantage réduite, soit par l'aoûtement, soit par la sécheresse, soit par le mauvais état végétatif de l'arbre.

7. — Dans les pépinières, les taux de multiplication sont plus élevés qu'en verger. Toutefois, dans les pépinières de coteaux, la population décroît rapidement à partir de l'aoûtement. Ces différences sont dues à l'état végétatif des pousses.

8. — La première génération est très faible en pépinière, même si les papillons printaniers sont nombreux, probablement par suite du trop faible développement des plants par rapport au niveau du vol des papillons.

9. — Les pépinières non encore greffées sont beaucoup moins attaquées que lors de la pousse du greffon, leurs pousses ayant un plus petit diamètre et étant plus lignifiées.

10. — Dans les différents vergers et pépinières étudiés, situés dans différentes localités du Sud-Ouest, les dates des faits biologiques (début des générations, maximum des populations), coïncident à quelques jours près. Mais l'importance relative des pullulations dépend essentiellement des conditions locales et varie d'un verger à l'autre, même très proches.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'étude des pullulations de la Tordeuse du Pêcher (*Grapholitha molesta* Busck) dans les conditions naturelles de la Région Aquitaine nous a amené à préciser ou à mettre en évidence différents *aspects de sa biologie ou de son comportement* qui complètent les connaissances antérieures sur cet Insecte.

Au sujet de l'influence du *milieu physique* (facteurs abiotiques) sur son cycle et sur sa vitalité, objet de travaux détaillés de Dickson et de Chaudhry nous avons, tout en confirmant les conclusions de ses auteurs, déterminé expérimentalement les conditions de résistance des différents stades aux températures situées au-dessous des seuils de développement.

Le rôle de *l'alimentation* reçue par les chenilles a été précisé. En comparant la durée de développement sur les pousses de Pêcher et sur les fruits, nous avons ainsi pu établir la part respective due aux difficultés de pénétration et aux conditions de nutrition dans la mortalité totale.

En second lieu, nous avons montré que la nature de l'alimentation agit également comme facteur déterminant de l'entrée en diapause. Même si toutes les autres conditions sont favorables au développement continu de l'Insecte, l'alimentation des chenilles sur fruits provoque la diapause, alors que ce n'est pas le cas si les larves sont nourries de pousses.

L'influence de l'alimentation se superpose donc à celle du photopériodisme et de la température sur le déclenchement de la diapause.

Le *parasitisme* local a été inventorié. Son rôle écologique est très faible et l'acclimatation d'un parasite étranger : *Macrocentrus ancylivorus* a échoué, le cycle biologique de cet Ichneumonide ne pouvant se dérouler normalement par suite de la faible population de l'hôte dans les pousses au printemps et à l'automne.

En ce qui concerne l'*éthologie des papillons* nous avons précisé les heures d'activité dans les conditions naturelles et nous avons testé l'attirance des appâts en concurrence ou non avec le feuillage, l'eau et l'humidité atmosphérique. Dans tous les cas, les captures par appâts sont diminuées, ce qui explique la différence de rendement du piégeage dans la nature selon les saisons.

La *pénétration des jeunes larves* dans les organes végétaux a été étudiée sous ses différents aspects : point de pénétration, résistance du végétal, influence de la température, durée de la période d'exploration, ainsi que la forme des galeries.

Les *populations naturelles* ont été évaluées concurremment par deux méthodes : le piégeage alimentaire, corrigé d'après les conclusions de l'étude des tactismes, et la numération directe des chenilles. Leurs fluctuations ont été suivies au cours de plusieurs saisons, dans différents types de vergers et de pépinières et en différentes localités. Nous avons pu en tirer les enseignements suivants, souvent utilisables pour la mise au point de méthodes culturales de protection des vergers.

Nous avons ainsi attiré l'attention sur le rôle déterminant des *populations printanières* dans la pullulation ultérieure de l'insecte. Or l'étude de ces populations, par suite de leur absence de rôle économique direct, avait jusqu'ici été négligé. Tout ce qui peut diminuer leur importance, c'est-à-dire la limitation du nombre de chenilles en automne, ou gêner leur multiplication, retarde l'époque où l'Insecte dépasse son seuil de nuisibilité.

Ainsi la présence de Pommiers et de Poiriers, arbres attaqués tardivement, l'abandon sur le sol de fruits tombés, sont des facteurs favorisant la constitution de contingents hibernants importants.

D'autre part, les locaux de stockage de fruits et d'emballages, en se réchauffant plus lentement que les vergers libèrent plus tardivement les papillons à une époque (mai-juin) où la température crépusculaire est régulièrement supérieure au seuil de ponte.

En évitant ces deux écueils, vergers d'essences mélangées locaux de stockage ouverts, il est possible de retarder jusqu'à la fin de juillet l'époque où le niveau de la population de la Tordeuse du Pêcher est suffisamment élevé pour être responsable de dégâts d'une importance économique. Or, à cette époque la charpente des arbres est suffisamment formée et de nombreuses variétés de Pêches déjà récoltées, échappant ainsi définitivement à toute déprédation.

Nous avons précisé les conditions du mouvement *de migration entre vergers de Pêchers et vergers de Pomacées*. Après l'aoûtement les papillons quittent les Pêchers en tout sens par suite de la diminution de leur attirance pour le *feuillage* et se concentrent sur les Pommiers et Poiriers rencontrées. Ceux-ci subiront donc d'autant plus de dégâts qu'ils seront situés plus près de Pêchers attaqués par la Tordeuse du Pêcher.

Dans les *vergers et pépinières de Pêchers*, nous avons étudié les taux d'accroissement des populations d'une génération à l'autre. Nous avons montré leur relation avec l'état végétatif des pousses : la descendance de la femelle diminue au cours de la saison, particulièrement au moment de l'aoûtement ; elle est toujours plus élevée en pépinière, où la croissance des pousses est plus active et plus prolongée ; elle diminue avec la sécheresse responsable d'un arrêt précoce de végétation et enfin elle est faible sur des plants non greffés, à pousses plus lignifiées et de diamètre plus faible.

Enfin, l'*allure de la pullulation de l'Insecte a été comparée dans différents vergers et pépinières du Sud-Ouest*. Elle nous a montré que si le cycle annuel y est à peu près le même, les différences de niveau des populations sont très importantes. Elles sont dues aux conditions particulières du verger ou de la pépinière considérée (situation, présence de locaux de stockage, présence d'arbres non traités à proximité, espèces et variétés cultivées, forme, état végétatif). Les différences dues à ces facteurs sont bien plus marquées d'ailleurs que celles dues à la situation géographique.

La protection d'une culture contre la Tordeuse du Pêcher doit donc être envisagée à l'échelle de chaque exploitation, les indications et directives générales devant être interprétées pour chaque cas particulier.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Allen H. W., 1943. Relation between parasitation of twig-infesting larvae of the Oriental Fruit Moth and subsequent infestation of ripe Peaches. *J. Agric. Res.*, **67**, 81-88.

Allen H. W., 1945. Sources of overwintering *Macrocentrus ancylivorus*. *J. Econ. Ent.*, **38**, 119.

Allen H. W., 1952. The utilisation of parasites for reducing Oriental Fruit Moth injury to Peach. *U. S. Dept. Agric. Bur. Ent. Plant Quar.*

Allen H. W., 1957. Susceptibility of *Macrocentrus ancylivorus* and other parasites of the Oriental Fruit moth to insecticides. *J. Econ. Ent.*, **50**, 49-51.

Allen H. W., Brunson M. H., 1943. The effect of proximity to apple on the extent of Oriental Fruit moth injury in peach orchards. *J. Econ. Ent.*, **36**, 879-882.

ALLEN H. W., HAEUSSLER G. J., 1932. An attempt to establish an american Parasite (*Macrocentrus ancylivorus* ROHW.) of the Oriental Fruit Moth (*Cydia molesta* BUSCK) in France. *J. Econ. Ent.*, **25**, 1148-1151.

ALLEN H. W., HOLLOWAY J. K., HAEUSSLER G. J. Importation, rearing and colonization of Parasites of the Oriental Fruit Moth. *Circ. U. S. Dept Agric.*, nº 361, 61 p.

ALLEN H. W., LOTT E., 1930. *Epiblema strenuana* WALK, the host of certain parasites of the Oriental Fruit Moth (*Laspeyresia molesta* B).USCK *Proc. Ent. Soc. Wash.*, **32**, 135-136.

ALLEN H. W., PLASKET E. L., 1958. Populations of the Oriental Fruit Moth in peach and apple orchards in the Eastern States. *U. S. Dept. Agric. Tech. Bull.*, 1182, 13 p.

ALLEN H. W., WARREN A. J., 1932. The results from two years' experiments in mass liberation of *Trichogramma minutum* against the Oriental Moth. *J. Econ Ent.*, **25**, 374-380.

ARMSTRONG T., 1946. Differences in the life history of Codling Moth (*C. pomonella*) attacking Pear and Apple. *Canad. Ent.*, **77**, 231-233, (in *Rev. Appl. Ent.*, **35**, 336, 1947).

BAGGIOLINI M., 1952. Un nouveau parasite de la Tordeuse Orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* EUSCK : *Lissonota buolianae* HART. *Mitt. Schweiz. Ent. Gesellsch.*, **25**, 260-262.

BALACHOWSKY A., 1930. La Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSK) dans le Midi de la France. Importance économique et mesures de protection. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **16**, 848-854.

BALACHOWSKY A, MESNIL L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris.

BALACHOWSKY A, VIENNOT BOURGIN G., 1939. Cinq années de recherches sur le Carpocapse en France. *Ann. Epiphy.*, **5**, 123-168.

BARRAUD Mlle M., CHABOUSSOU F., 1947. Nouveaux dégâts de la Tordeuse Orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK) : attaques sur les pommes dans le Bordelais et remarques sur la lutte contre cet Insecte. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **33**, 199-201.

BESSON J., GAIRAUD R., 1949. Observations biologiques sur la Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK) dans le Sud-Ouest au cours des années 1946-1947 et 1948. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **35**, 358-366.

BESSON J., JOLY E., 1952. La Tordeuse orientale du Pêcher en France, au cours de l'année 1951. *Phytoma*, 42, 13-19.

BESSON J., SCALA Mlle A., 1946. Observations sur les méfaits de la Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK) dans le Sud-Ouest de la France en 1945. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **32**, 422-424.

BOBB M. L., 1938. Baits traps for the control of the Oriental Peach Moth. *Bull. Va. Agric. Exper. Sta.*, nº 314.

BOBB M. L., 1942. Parasites of the Oriental fruit moth and of certain weed-infesting larvae. *Va. Agric. Exper. Sta. Techn. Bull.*, nº 79.

BONNEMAISON L., 1945. Arrêts de développement et diapauses. *Ann. Epiphyt.*, **11**, 19-56.

BOURGOGNE J., 1953. Les lampes à vapeur de mercure, étude théorique et pratique destinée aux entomologistes. *Rev. Fr. Lepidopt.*, **14**, 87-89.

BOVEY P., 1938. La Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta*) nouvel ennemi des cultures fruitières en Suisse. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, **60**, 63-68.

BOVEY P., 1949. Le Carpocapse des Pommes (*Enarmonia pomonella* L.) ravageur des abricots en Valais. *Mitt. Schweiz. Ent. Gesellsch.*, **22**, 137-172.

BRAMSTEDT F., 1939. Die Bekämpfung der Obstmade durch Verwendung von Giftködern gegen den Falter. *Nachr. Bl. disch. Pflanzschutzdienst*, **19**, 10-12. (In *Rev. Appl. Ent.*, **27**, 300, 1939.)

BRUNSON M. H., 1940. Mass liberation of Parasite of the Oriental Fruit Moth for immediate reduction of infestation. *J. Econ. Ent.*, **33**, 346-349.

BRUNSON M. H., 1953. Reduction of oriental Fruit Moth in peach orchards by use of parathion and EPN to control plum Curculio. *J. Econ. Ent.*, **45**, 1071-1075.

BRUNSON M. H., ALLEN H. W., 1954. Joint use of parasites and insecticides for control of the Oriental Fruit Moth. *J. Econ. Ent.*, **47**, 147-152.

CAGLE L. R., 1930. Life history of the Oriental fruit moth in Virginia. *Bull. Va. Agric. Exper. Sta.*, nº 270, 48.

CAGLE L. R., 1932. Time of leaving the fruit by Oriental Fruit moth larvae. *J. Econ. Ent.*, **25**, 678-681.

CHABOUSSOU F., MOUTOUS Mlle G., ROEHRICH R. 1951. Essais de protection des cultures fruitières contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) et contre la Tordeuse du Pêcher (*L. molesta* BUSCK) en 1950 dans le Sud-Ouest de la France. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **37**, 88-91.

CHABOUSSOU F., ROEHRICH Mme A., 1948. La Tordeuse Orientale du Pêcher, cycle évolutif et résultats des traitements en 1948. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **47**, 29-45.

CHABOUSSOU F., ROEHRICH R., 1953. Moyens de lutte contre la Tordeure du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK). *Bull. Tech. Inform.*, nº 80, 397-406.

CHABOUSSOU F., ROEHRICH A. et R., MOUTOUS Mlle G., 1951. Le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) et la Tordeuse du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCH) en 1950 dans le Sud-Ouest de la France. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **50**, 9-17.

CHABOUSSOU F., SCALA Mlle A., 1945. La Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK). Menace pour les cultures fruitières du Sud-Ouest de la France. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **44**, 1-11.

CHANDLER S. C., 1928. Persimmon as a host of the Oriental Fruit Moth. *J. Econ Ent.*, **21**, 268.

CHANDLER S. C., 1930. Supplementary control measures for the Oriental Fruit Moth. *J. Econ. Ent.*, **23**, 596-599.

CHAUDHRY G. U., 1956. The development and fecundity of the Oriental fruit moth (*Grapholitha* (*Cydia*) *molesta*) under controlled temperatures and humidity . *Bull. Ent. Res.*, **46**, 743-923.

CHAUVIN R., d'AGUILAR J., 1946. Les données récentes de la microclimatologie et leur importance en écologie entomologique. *Ann. Biol.*, **22**, 165-195.

COUSIN G., 1937. Étude expérimentale de la diapause des Insectes. *Bull. Biol.*, suppl. 15, 341 p.

COUTIN R., GRISON P., VENTURA et VERDIER, 1947. Présence et dégâts de la Tordeuse du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK) dans la région parisienne. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **33**, 718-720.

DANIEL D. M., 1932. *Macrocentrus ancylivorus* ROHW. a polyembrionic Braconid parasite of the Oriental Fruit Moth. *N. Y. Agric. Exper. Sta. Tech. Bull*, nº 187.
DANIEL D. M., COX J., 1936. Oriental moth fruit control in quince plantings. *N. Y. Agric. Exper. Sta. Bull.*, nº 669.
DANIEL D. M., COX J., CRAWFORD A., 1933. Biological control of the Oriental Fruit moth. *N. Y. St. Agric. Exper. Sta. Bull.*, nº 635.
DEIMAS R., 1955. Les Tordeuses de la grappe. *Journées fruitières d'Avignon*, 39-45.
DICKSON R. C., 1949. Factors governing the induction of diapause of the Oriental Fruit moth. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **42**, 311-337.
DOTTI F., 1938. La cattura diretta delle larve di *Cydia pomonella* L. *Rev. Frutticolt.*, nº 2, 19 p.
DRIGGERS B. F., 1940. Oriental Fruit moth larval parasitism as related to infestation. *J. Econ. Ent.*, **33**, 353-357.
DRIGGERS B. F., 1941. Three years' survey and liberation of Oriental Fruit moth parasites in Peach orchards in northern New Jersey. *J. Econ. Ent.*, **34**, 229-244.
DRIGGERS B. F., 1944. Oriental fruit moth parasite liberation and surveys. *J. Econ. Ent.*, **37**, 235-237.
DRIGGERS B. F. et PEPPER B. B., 1932. Effect of artificial illumination on the Oriental Fruit moth under orchard conditions. *J. Econ. Ent.*, **25**, 385-392.
DUSTAN G. G., 1929. Preliminary notes on the mortality and feeding habits of newly hatched oriental Peach Moth larvae. *60th Annu. Rep. Ent. Soc. Ontario*, 108-111.
DUSTAN G. G., 1935. The effects of the cold winter of 1933-34 on the Oriental Fruit Moth. *Canad. Ent.*, **67**, 65-68.
DUSTAN G. G., 1935. The influence of unfavourable feeding conditions on the survival and fecundity of Oriental Fruit Moth. *Canad. Ent.*, **67**, 89-90.
DUSTAN G. G., ARMSTRONG I., 1932. Observations on the relation of temperature and moisture to the Oriental Peach Moth. *Rep. Ent. Soc. Ontario*, **63**, 29-39.
EDDY C. U., NETTLES W. C., 1931. Biological studies of the Oriental Fruit Moth (*Cydia molesta* BUSCK). *J. Econ. Ent.*, **24**,861-882.
FINK D. E., 1926. The biology of *Macrocentrus ancylivorus* ROHW. an important parasite of the strawberry leaf roller (*Ancylis comptana*). *J. Agric. Res.*, **32**, 1121-1134.
FINNEY G. L., FLANDERS S. E., SMITH H. S., 1947. Mass culture of *Macrocentrus ancylivorus* ROHW, and its host : the Potato Tuber Moth. *Hilgardia*, **17**, 437-483.
FROGGATT, 1919. Measures against the Peach tip Moth in Australia. *Agric. Gaz. N. S. Wales*, **30**, 891-892.
FROST S. W., 1926. Bait pails as a possible control for the Oriental Fruit Moth. *J. Econ. Ent.*, **19**, 441-450.
FROST S. W., 1927. Further studies of baits for the Oriental Fruit moth control. *J. Econ. Ent.*, **20**, 167-174.
FROST S. W., 1928. Continued studies of baits for Oriental Fruit Moth. *J. Econ. Ent.*, **21**, 339-348.
FROST S. W., 1929. Fourth contribution to a study of baits, with special reference to the Oriental Fruit Moth. *J. Econ. Ent.*, **22**, 101-108.
FROST S. W., 1930. Some factors affecting the infestation of Oriental Moth. *J. Econ. Ent.*, **23**, 813-821.
FROST S. W., 1935. Notes on baits for Oriental Fruit Moth. *J. Écon. Ent.*, **28**, 366-369.
FROST S. W., 1936. Tests on baits for Oriental Fruit Moth. *J. Econ. Ent.*, **29**, 757-760.
GARMAN P., 1940. Oriental Fruit Moth parasites. *Circ. Conn. Agric. Exper. Sta.*, nº 140, 29-47.
GARMAN P., BRIGHAM W. T., 1933. Studies on parasites of the Oriental Moth *Macrocentrus ancylivorus*. *Bull. Conn. Agric. Exper. Sta.*, nº 356, 73-116.
GAMBARO P., 1954. L'importanza del fattore « alimentazione » nella determinazione della diapausa di *Carpocapsa pomonella* L. *Boll. Zool. Ital.*, **21**, 163-169.
GEIER P., 1953. Recherches sur le Carpocapse en 1952. *Rev. Rom. Agric.*, **9**, 98-99.
GOTZ B., 1941. Beiträge zur Analyse des Mottenflieges bei den Traubenwicklen. *Wein und Rebe*, **23**, 207-228.
GOTZ B., 1939. Uber weitere Versuche zur Bekämpfung der Traubenwickler mit Hilfe des Sexualduftstoffes. *Anz. Schdälingsk*, **15**, 109-114.
GRANDI G., 1937. Parasiti della *Cydia molesta* BUSCK riscontrati nell' Emilia. *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, **9**, 250-252.
GRISON P., 1947. Développement sans diapause des chenilles de *Euproctis phaeorrheae* L. *C. R. Acad. Sci.*, **225**, 1089-1090.
HAEUSSLER G. J., 1932. *Macrocentrus ancylivorus* ROH. an important parasite of the Oriental Fruit Moth. *J. Agric. Res.*, **45**, 79-100.
HAEUSSLER G. J., 1932. The Oriental Fruit Moth, *Grapholitha molesta* BUSCK and its parasites in France and Italy. *Vᵉ Congr. Intern. Ent.*, 533-537.
HAEUSSLER G. J., 1940. Parasites of the Oriental Fruit Moth in Japan and Chosen, and their introduction into the United States. *U. S. Dept. Agric. Tech. Bull.*, nº 728.
HARUKAWA C., 1925. Studies on the Oriental Peach Moth (*Laspeyresia molesta* BUSCK.). *Ohaea Agric. Res. Inst. Spect. Rept.* nº 3, 1-157. (in *Rev. Appl. Ent.*, 1926, p. 4).
HARUKAWA C., 1929. Relation of temperature to growth of Oriental Peach Moth *I. Ber. Ohaea Inst.*, **2**, 235-258 (cité par CHAUDHRY).
HAYWARD K. J., 1941. La « pollila negra » del duranezro (*Cydia molesta* BUSCK.) *Circ. estar. Exper. Agric.*, **99**, 10 pp. (in *Rev. Appl. Ent.*, 30 p 277, 1941).
HECKE G. H., 1917. Two new pests to be watched for Mithly. *Bull. Calif. State. Com. Hort.*, **6**, 33-34.
HELSON G. A. H. 1939, The Oriental Peach Moth (*Cydia molesta* BUSCK.). Investigations in the Goulburn Valley (Victoria). *J. Counc. Sci. Industr. Res.*. Pamphl. nº 88.
HELSON G. A. H., 1947. Investigations on the control of Oriental Peach Moth, *Cydia molesta* BUSCK, in the Goulburn Valley (Victoria). *J. Counc. Sci. Industr. Res.*, **20**, 17-24.
HERIOT A. D., WADDEL D. B., 1942. Some effects of nutrition on the development of the Codling Moth. *Sci. Agric.*, **23**, 172-175.

KEVAN D. K. M., 1944. The bionomics of the neotropical cornstalk borer *Diatraea lineolata* WALK. *Bull. Ent. Res.*, **35**, 23-30.
KOMAROVA O. S., 1949. The conditions evoking diapause in the vine leafroller. *Polychrosis botrana*. *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, NS, **68**, 789.
KONDO T., MUJAHARA T., 1930. Fruit borers and a summary of their life history in Kwantung. *J. Plant. Prot.*, Tokyo, **17**, 85-94. (in *Rev. Appl. Ent.*, 18, p. 192, 1930).
LATARD P., 1950. Évolution comparée du Capocapse de la Pomme et de la Tordeuse Orientale du Pêcher dans la région Lyonnaise en 1950. *Pomol. Fr.*, 106-108.
LEEDS A. D., 1953. Environmental factors controlling the evocation and terminaison of diapause in the fruit tree red spider mite *Metatetranychus ulmi* KOCH. *Ann. Appl. Biol.*, **40**, 449.
LEEDS A. D., 1955. The physiology of diapause in Arthropods. 150 p. *University Press*, Cambridge.
LENFANT et COUTURIER, 1945. Sur la présence de la Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK) dans le Sud Ouest de la France. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **31**, 196-198.
LOPEZ CRISTOBAL U., 1935. *Laspeyresia molesta* BUSCK y sus parasites argentinos. *Rev. Fac. Agron. La Plata*, **20**, 140-172. (in *Rev. Appl. Ent.*, 23, 638, 1936).
LOPEZ CRISTOBAL U., 1939. *Cydia* (*Laspeyresia*) *molesta* BUSCK. su etologia y formas de lucha. *Alm. Minist. Agric. Arg.* Buenos-Ayres, 207-215. (in *Rev. Appl. Ent.*, **31**, 475, 1943).
LOPEZ CRISTOBAL U., 1941. El gusano del duraznero *Cydia* (*Laspeyresia*) *molesta*. *Zool. Agric. Dir. Sanid. Veg. Minist. Agric.*, Buenos-Ayres, 5 pp. (in *Rev. Appl. Ent.*, **30**, p. 277, 1942).
MACKIE et autres, 1944. *Bull. Dept. Agric. Calif.*, **32**, 240-287. (in *Rev. Appl. Ent.*, **34**, 108-109, 1946).
MALENOTTI E., 1934. La tignola orientale del Pesco (*Laspeyresia molesta* BUSCK.) a Verona. *Atti. Acad. Agric. Sci. Lett. Verona*, **12**.
MALENOTTI E., 1936. Osservazioni ed esperienze del 1935 contro la « *Cydia molesta* BUSCK. » *Italia Agric.*, **73**, 72 pp.
MALENOTTI E., 1938. Interruzione artificiale di diapausa in *Cydia molesta* BUSCK. *Atti. Acad. Agric. Sci. Let.* Verona, **16**, p. 177-188.
MALENOTTI E., 1941. Pesco pero e « *Cydia molesta* ». *G. Agric Domenica.*
MELIS A., 1936. La tignola orientale del Pesco (*Laspeyresia* (*Cydia*) *molesta* BUSCK.) in Toscana. *Fruttic.*, **14**, n° 1 à 4, 48 p.
MOUTIA A., 1933. *Rep. Dept. Agric. Mauritius*, 25-29. (in *Rev. Appl. Ent.*, **23**, 68, 1935).
NASHI-HIMA-SHINKIN, 1919. Bionomics and control of *Laspeyresia molesta* in japan. *Assoc. for pear Protection*, 18 p. Koshima.
NEISWANDER R. B., STEARNS L. A., 1930. Certain factors influencing oriental Fruit Moth infestation. *J. Econ. Ent.*, **23**, 75-80.
PAOLI G., 1928. Intorno alla *Laspeyresia molesta* BUSCK. (la Tignola orientale del Pesco) all'estero a in Italia. *Agric. Colon*, **14**, 572-576.
PEPPER B. B., DRIGGERS F., 1934. Non economic insects as intermediate hosts of parasites of the Oriental Fruit Moth. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **27**, 593-598.
PETERSON A., 1925. A bait which attracts the Oriental Peach Moth (*L. molesta*). *J. Econ. Ent.*, **18**, 181-189.
PETERSON A., 1926. Additional informations on baits attractive to the Oriental Peach Moth (*Laspeyresia molesta* BUSCK.). *J. Econ. Ent.*, **19**, 429-439.
PETERSON A., 1926. An evaporation cup useful for chemitropic studies of insects in the fields. *J. Econ. Ent.*, **19**, 863-866.
PETERSON A., 1927. Some baits more attractive to the Oriental Peach Moth than blackstrap molasses. *J. Econ. Ent.*, **20**, 174-185.
PETERSON A., 1929. Some factors that limit artificial control efforts for the Oriental Peach Moth. *L. molesta* BUSCK. *J. Econ. Ent.*, **22**, 108-115.
PETERSON A., 1930. A biological study of *Trichogramma minutum* RILEY, as an egg parasite of the oriental Fruit Moth. *U. S. Dept. Agric. Tech. Bull.* n° 215, 21 pp.
PETERSON A., HAEUSSLER G. J., 1926. The Oriental Peach Moth. *U. S. Dept. Agric.*, Circ. 395, 27 p.
PETERSON A., HAEUSSLER G. J., 1928. Determination of the spring-brood emergence of Oriental Peach Moth and Codling Moth by various methods. *J. Agric. Res.*, **37**, 339-417.
PETERSON A. et HAEUSSLER G. J., 1928. Reponse of the Oriental Peach Moth and Codling Moth to colored lights. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **25**, 353-375.
PETERSON A., HAEUSSLER G. J., 1930. Life history of the Oriental Peach Moth at Riverton in relation to temperature. *U. S. Dept. Agric., Tech. Bull.*, n° 183, 87 pp.
PUSSARD R., 1931. A propos de *Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella*. *Rev. Path. Veg. Ent. Appl.*, **17**, 87-103.
QUAINTANCE A. L., WOOD W. B., 1916. *Laspeyresia molesta*, an important new Insect enemy of the Peach. *J. Agric. Res.*, **7**, 373-377.
ROEHRICH R. et A., 1949. Le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) et la Tordeuse Orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK.) en Chalosse en 1949. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **48**, 19-28.
ROEHRICH A. et R., 1950. Le Carcopapse (*Laspeyresia pomonella* L.) et la Tordeuse du Pêcher (*L. molesta* BUSCK.) en Chalosse en 1949. Essais de lutte chimique sur Pomacées en fonction de l'évolution des Insectes. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **36**, 174-177.
ROEHRICH A. et R., 1950. Notes biologiques sur la Tordeuse Orientale du Pêcher. *L. molesta* BUSCK. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **49**, 37-42.
ROEHRICH R., 1952. Éléments essentiels de la biologie de l'Insecte, conditionnant l'Avertissement Tordeuse du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK). *Phytoma*, **4**, 20-23.
ROEHRICH R., 1953. Bilan pratique de quatre années de recherches sur la Tordeuse du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK.). *Rev. Zool. Agric. Appl.*, 19-23.

ROEHRICH R., 1954. Le parasitisme naturel de la Tordeuse du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK.) dans le Sud-Ouest de la France. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, **59**, 14-16.
ROEHRICH R., 1954. La destruction des papillons dans les locaux, facteur important dans la lutte contre la Tordeuse du Pêcher et le Carpocapse des Pommes. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **53**, 30-36.
ROEHRICH R., 1954. La diapause de la Tordeuse du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK.). *Ann. Univ. Poitiers*, **25**, 447-448.
ROEHRICH R., 1956. Au sujet du passage de la Tordeuse du Pêcher (*L. molesta*) des pêchers aux Pomacées. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **55**, 14-16.
ROEHRICH R., HATT J. M., MOUTOUS Mlle G., 1952. La lutte chimique contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) et la Tordeuse du Pêcher (*L. molesta* BUSCK.). Résultats obtenus en 1951 dans le Sud-Ouest de la France. *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **51**, 25-29.
ROEHRICH A. et R., MOUTOUS Mlle G., 1949. Sur le pouvoir attractif de l'acétate de terpényl vis-à-vis de la Tordeuse orientale du Pêcher (*Laspeyresia molesta* BUSCK.). *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **48**, 10-12.
ROUSSEL C., 1956. La Tordeuse du Pêcher en 1955. *Phytoma*, n° 76, 15-17.
SCALA Mlle A., 1947. La Tordeuse orientale du Pêcher. Résultats des premiers essais de lutte en rapport avec le cycle évolutif de l'Insecte. *Congr. Pomol. Fr.*, 7-13.
SMITH L. M., SUMMERS F. M., 1948. Propagation of Oriental Fruit Moth under central California conditions. *Hilgardia*, **18**, 269-288.
SAVARY A., BAGGIOLINI M., 1955. L'amélioration du Service d'Avertissements dans la lutte contre le Carpocapse. *Rev. Rom. Agric.*, **11**, 28-30.
SCHVESTER D., 1951. Contribution à l'étude écologique des coléoptères scolytiques. Essai d'analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Ruguloscolytus rugulosus* MUL. *Ann. INRA.* Série C, 8, n° hors série, 162 p. Paris.
SNAPP O. I., SWINGLE H. S., 1929. Life history of the Oriental Peach Moth in Georgia. *U. S. Dept. Agric. Tech. Bull.* n° 152, 16 p.
SQUIRE F. A., 1931. Observations on the larval diapause of the pink bollworm *Platyedra gossypiella* SAUND. *Bull. Ent. Res.*, **30**, 475-481.
STEARNS L. A., NEISWANDER R. B., 1930. Oriental Fruit Moth investigations in Ohio. *Ohio Agric. Exper Sta. Bull.*, n° 457, 36 p.
STRELNIKOV I., 1936. Wasserumsatz und diapause bei *Loxostaga sticticalis*. *C. R. Acad. Sci.* URSS (NS), **1**, (cité par LEES).
TADIT' M. D., 1951. The Oriental Fruit Moth (en Serbe). *Plant. Prot.*, Belgrade, n° 8, 50-54.
TROUVELOT B., 1922. Sur la présence en France d'un nouvel ennemi des arbres fruitiers. (*Laspeyresia molesta* BUSCK). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 220-223,
UVAROV B. P., 1931. Insects and climate. *Trans. Ent. Soc. London*, **79**, 1-240.
VASSEUR et SCHAEFFER, 1947. La Tordeuse orientale dans la région Lyonnaise. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **33**, 716-718.
WIESMANN R., 1955. Recherches sur le contrôle du vol de la Cochylis (*Clysia ambiguella*). *Rev. Zool. Agric. Appl.*, **54**, 1-19.
YETTER W. P., STEINER L. F., 1931. A preliminary report on large scale bait trapping of the Oriental Fruit Moth in Indiana and Georgia. *J. Econ. Ent.*, **24**, 1181-1197.
YETTER W. P., STEINER L. F., 1932. Efficiency of bait traps for the Oriental Fruit Moth as indicated by the release and capture of marked adults. *J. Econ. Ent.*, **25**, 106-116.
YETTER W. P., 1930. Studies of bait traps for the Oriental Fruit Moth in Southern Indiana in 1929. *J. Econ. Ent.*, **23**, 85-89.
YETTER C., BRUNSON M. M., 1946. Baits for the Oriental Fruit Moth. *J. Econ. Ent.*, **39**, 399.

Le Directeur-Gérant : M. L. CAGNAC.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 9-9-1961.

Dépot légal : 3e trim. 1961. *N° d'impression : 939.*